



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO COM BASE EM SUAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS

Amanda da Conceição Fritz

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadora: Monica Pertel

Rio de Janeiro
Dezembro de 2019

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO COM BASE EM SUAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS

Amanda da Conceição Fritz

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE
ENGENHARIA AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AMBIENTAL.

Examinada por:

Prof^a. Monica Pertel, D.Sc.

Prof^a. Iene Christie Figueiredo, D.Sc.

Prof. Diego Luiz Fonseca, M.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

DEZEMBRO de 2019

Fritz, Amanda da Conceição

Avaliação da qualidade do serviço de abastecimento de água no estado do Rio de Janeiro com base em suas Regiões Hidrográficas / Amanda da Conceição Fritz. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2019.

XV, 85 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadora: Monica Pertel.

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Ambiental, 2019.

Referências Bibliográficas: p. 82-85.

1. Abastecimento de água. 2. Bacia Hidrográfica. 3. Indicador Operacional. 4. Rio de Janeiro. 5. Saneamento Básico.

I. Pertel, Monica. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia

Ambiental. III. Avaliação da qualidade do serviço de abastecimento de água no estado do Rio de Janeiro com base em suas Regiões Hidrográficas.

*Com muito amor, dedico aos meus pais,
Carla e Mauro, que nunca mediram esforços
para minha felicidade e sucesso. Vocês são
meu maior presente.*

Agradecimentos

Inicialmente, e principalmente, agradeço aos meus pais. À minha mãe, Carla, por ser exemplo de muita força e sabedoria. Ao meu pai, Mauro, por ser exemplo de carinho e muito talento. E aos dois, por serem fonte de suporte e por serem pais tão amorosos para mim e para minha irmã. Obrigada por todo o cuidado e por serem fundamentais para que este trabalho pudesse ser concluído.

À minha irmã, Mariana, agradeço por ser minha melhor companhia em grande parte da minha vida, por ser guia nos momentos certos e, por diversas vezes, ser fonte de inspiração para que eu pudesse ir além dos meus próprios limites. Obrigada por seu amor e alegria com todas as minhas vitórias. Amo você.

Agradeço à toda minha família, aos meus primos e tios, pelo carinho e amor e por acreditarem tanto no meu sucesso profissional.

Agradeço aos meus queridos amigos, que são parte muito importante da minha caminhada e que fizeram com que cada novo processo pudesse ser vivido da forma mais prazerosa possível. Em especial, àqueles que estiveram acompanhando cada passo deste trabalho, e que contribuíram ativamente para que eu chegasse até aqui.

À minha orientadora, Monica Pertel, agradeço imensamente não só pela orientação e cuidado com o meu trabalho, mas também pelo conhecimento passado em sala de aula e por todo o carinho com os alunos e com o curso de engenharia ambiental.

Ao Comitê de Bacias da Baía de Guanabara, agradeço a disponibilização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e toda a atenção dada à minha solicitação.

Agradeço também a todos os professores do DRHIMA, pela relação de respeito, por terem me ensinado tanto ao longo destes anos de faculdade e por serem peça fundamental na minha formação. Em especial, aos professores Diego, Iene, Heloisa e Monica Pena, pelas aulas, pelos ensinamentos e por terem marcado muito positivamente os meus anos de faculdade.

A todo o corpo discente do curso de engenharia ambiental da UFRJ, agradeço imensamente por esses anos, por trazerem tanta alegria para os meus dias, pela generosidade entre os períodos e por servirem de inspiração para a profissional que quero me tornar.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Avaliação da qualidade do serviço de abastecimento de água no estado do Rio de Janeiro com base em suas Regiões Hidrográficas

Amanda da Conceição Fritz

Dezembro/2019

Orientadora: Monica Pertel

Curso: Engenharia Ambiental

Neste trabalho, buscou-se avaliar a qualidade dos serviços de abastecimento de água do Rio de Janeiro com base nos indicadores de desempenho operacional do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e no Plano de Bacia da Região Hidrográfica com o sistema de abastecimento mais precário do estado. O recorte de Regiões Hidrográficas tem papel importante na gestão dos recursos hídricos em geral, pois considera não apenas o recurso, mas também a interação do meio em que ele está inserido e todos os indivíduos que interferem e dependem dele. Os resultados mostraram que 23 dos 86 municípios avaliados possuem menos de 70% de sua população urbana abastecida com rede, menos de 70% de seu consumo micromedido, e perdas na distribuição e no faturamento maiores que a média do estado. Concluiu-se que há redes de abastecimento de água em quase todo o território fluminense, mas com perdas muito elevadas, que comprometem a qualidade dos serviços prestados. Além disso, a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (RHBG), região mais populosa do estado, foi identificada, pela avaliação dos indicadores, como uma das Regiões Hidrográficas com os sistemas de abastecimento mais precários. A análise do Plano de Bacia da RHBG ainda mostrou problemas de infraestrutura nos sistemas como um todo que abastecem a região. O resultado principal do trabalho foi, além da identificação de áreas prioritárias de atenção no estado do Rio de Janeiro, demonstrar a importância dos Planos de Bacia para a definição de metas de gestão dos serviços de abastecimento de água.

Palavras-chave: abastecimento de água, bacia hidrográfica, indicador operacional, Rio de Janeiro, saneamento básico.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

Evaluation of water supply service quality in the state of Rio de Janeiro based on its Hydrographic Regions

Amanda da Conceição Fritz

December/2019

Advisor: Monica Pertel

Course: Environmental Engineering

This work aimed to evaluate the quality of Rio de Janeiro water supply services based on the operational performance indicators of the National Sanitation Information System (SNIS) and the Watershed Plan with the most precarious supply system. The focus on Hydrographic Regions plays an important role in the management of water resource in general, as it considers not only the resource but also the environment interaction in which it is inserted and all individuals who interfere and depend on it. The results show that 23 of 86 evaluated cities have less than 70% of its urban population supplied with it, less of 70% of its micromeasured consumption, and distribution and billing losses higher than the state average. It was concluded that there are water supply networks in almost all Rio de Janeiro territory, but there are also very high losses, which compromise the quality of the provided services. In addition, the Guanabara Bay Hydrographic Region (RHBG), which is the most populous region in Rio de Janeiro, was identified by the indicators assessment as one of the most precarious supply systems. The analysis of the RHBG Watershed Plan also showed infrastructure problems in the system as a whole that supply the region. The main result of the work was to demonstrate the importance of Watershed Plans for the definition of water supply management goals, in addition to identifying priority areas of attention in the state of Rio de Janeiro.

Keywords: supply water, watershed, operational indicator, Rio de Janeiro, basic sanitation.

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo Geral:.....	3
2.2. Objetivos Específicos:	3
3. Revisão da Literatura	4
3.1. Panorama Atual do Saneamento Básico no Brasil.....	4
3.1.1. Abastecimento de Água.....	6
3.2. Bacias Hidrográficas.....	9
3.2.1. Regiões Hidrográficas	11
3.2.2. Comitês de Bacias Hidrográficas	13
3.2.3. Planos de Bacias Hidrográficas	15
3.3. Sistemas de Abastecimento de Água	17
3.3.1. Consumo de Água	18
3.3.2. Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água.....	21
3.4. Indicadores Operacionais de Desempenho	23
4. Caracterização da área de estudo	25
5. Metodologia	27
5.1. Escolha dos Indicadores Operacionais de Desempenho.....	29
5.2. Tratamento da Amostra.....	32
5.3. Avaliação da amostra.....	33
5.4. Análise do Plano da Região Hidrográfica Escolhida.....	38
6. Resultados e Discussão	38
6.1. Caracterização da amostra	39
6.2. Indicador IN023 – Índice de Abastecimento Urbano de Água.....	40
6.2.1. Avaliação do indicador IN023 com a aplicação das faixas definidas pela metodologia.....	42

6.3.	Indicador IN044 – Índice de Micromedição em relação ao Consumo	46
6.3.1.	Avaliação do indicador IN044 com a aplicação das faixas definidas pela metodologia.....	47
6.4.	Indicador IN049 – Índice de Perdas na Distribuição	51
6.4.1.	Avaliação do indicador IN049 com a aplicação das faixas definidas pela metodologia.....	52
6.5.	Indicador IN013 – Índice de Perdas no Faturamento	56
6.5.1.	Avaliação do indicador IN013 com a aplicação das faixas definidas pela metodologia.....	57
6.6.	Avaliação dos municípios por categoria conforme metodologia proposta.....	61
6.7.	Análise do Plano de Bacia da Região Hidrográfica escolhida.....	66
6.7.1.	Problemas gerais identificados na RHBG e as alternativas apresentadas pelo plano	72
6.8.	Correlação e análise geral dos resultados	74
7.	Conclusões	79
8.	Recomendações.....	81
	Referências Bibliográficas.....	82

Lista de Figuras

Figura 1 – Componentes principais de uma bacia hidrográfica. Fonte: Elaboração própria, 2019.	10
Figura 2 - Regiões Hidrográficas do Brasil. Fonte: Elaboração Própria, 2019	12
Figura 3 - Divisão do estado do Rio de Janeiro em regiões hidrográficas, conforme Resolução CERHI nº 107 de 22 de maio de 2013. Fonte: Revista INEANA v. 03, nº 01, 2015.	13
Figura 4 - Sistema de abastecimento de água com captação em curso de água. Fonte: Elaboração Própria, 2019.	17
Figura 5 – Cruz de Lambert para combate a perdas reais. Fonte: FUNASA, 2014.	21
Figura 6 – Cruz de ataque às perdas aparentes. Fonte: FUNASA, 2014.	22
Figura 7 – Distribuição Populacional do Rio de Janeiro. Fonte: Elaboração Própria, 2019.	26
Figura 8 - Fluxograma das etapas da metodologia.	28
Figura 9 – Avaliação da amostra	34
Figura 10 – Etapas da análise do Plano da Região Hidrográfica escolhida.	38
Figura 11 - População total por porte municipal. Fonte: SNIS, 2019.	40
Figura 12 - Evolução do Índice de Abastecimento Urbano de Água entre os anos de 2013 e 2017 no estado do Rio de Janeiro. Fonte: SNIS (2015 a 2019).	41
Figura 13 - Avaliação do indicador IN023 – Índice de Abastecimento Urbano de Água. Fonte: Elaboração própria, 2019.	45
Figura 14 - Evolução do Índice de Micromedição em relação ao Consumo entre os anos de 2013 e 2017 no estado do Rio de Janeiro. Fontes: SNIS (2015 a 2019).	46
Figura 15 – Avaliação do Indicador IN044 – Índice de micromedição em relação ao consumo. Fonte: Elaboração própria, 2019.	50
Figura 16 - Evolução do Índice de Perdas na Distribuição entre os anos de 2013 e 2017 no estado do Rio de Janeiro. Fontes: SNIS (2015 a 2019).	51
Figura 17 - Avaliação do Indicador IN049 - Índice de Perdas na Distribuição. Fonte: Elaboração própria, 2019.	55
Figura 18 - Evolução do Índice de Perdas no Faturamento entre os anos de 2013 e 2017 no estado do Rio de Janeiro. Fonte: SNIS (2015 a 2019).	56
Figura 19 - Avaliação do Indicador IN013 - Índice de Perdas no Faturamento. Fonte: Elaboração própria, 2019.	60

Figura 20 - Regiões do estado do Rio de Janeiro com atendimento mais precário segundo metodologia proposta. Fonte: Elaboração própria, 2019.....	65
Figura 21 – Resultado da análise multicritério para a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Fonte: Elaboração própria, 2019.	75

Lista de Quadros

Quadro 1 – Componentes do balanço hídrico para um sistema de adução de água tratada ou de um sistema de distribuição. Fonte: IWA, 2000. 19

Lista de Tabelas

Tabela 1- Porcentagem de Domicílios particulares permanentes com acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento. Fonte: PNAD, 2018.	5
Tabela 2 - Indicadores operacionais de água adotados na pesquisa. Fonte: SNIS, 2019.	30
Tabela 3 - Estratos Populacionais. Fonte: PNAS, 2004.	33
Tabela 4 - Médias do Rio de Janeiro e Sudeste para os índices de perdas na distribuição e no faturamento. Fonte: SNIS, 2019.	35
Tabela 5 - Faixas de avaliação dos indicadores escolhidos para a aplicação da metodologia.	36
Tabela 6 - Categorias de Avaliação.	36
Tabela 7 - Quantidade de Municípios para cada estrato populacional. Fonte: Elaboração própria, 2019.	39
Tabela 8 - Municípios com índice de abastecimento urbano igual a 100% no ano de 2017. Fonte: SNIS, 2019.	42
Tabela 9 - Quantidade de municípios por faixa de avaliação e por porte municipal do indicador IN023 – Índice de Abastecimento Urbano de Água.	43
Tabela 10 - Quantidade de municípios por faixa de avaliação e por porte municipal do indicador IN044 - Índice de Micromedição em relação ao consumo.	48
Tabela 11 - Quantidade de municípios por faixa de avaliação e por porte municipal do indicador IN049 - Índice de Perdas na Distribuição.	53
Tabela 12 - Quantidade de municípios por faixa de avaliação e por porte municipal do indicador IN013 - Índice de Perdas no Faturamento.	58
Tabela 13 - Quantidade de municípios agrupados por categoria e por porte de município.	61
Tabela 14 – Municípios na Categoria 3.	63
Tabela 15 – Indicadores utilizados na metodologia proposta por Pertel et al. Fonte: Pertel et al., 2016.	64
Tabela 16 - Resumo do Conteúdo do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara.	68
Tabela 17 - Municípios por macrorregião da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Fonte: Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, 2004b.	70

Tabela 18 – Resumo da correlação entre a avaliação dos indicadores e a análise do plano de bacia.....	77
---	----

Lista de Abreviaturas e Siglas

ANA	Agência Nacional de Águas
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos
CERHI-RJ	Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
ETA	Estação de Tratamento de Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IWA	<i>International Water Association</i>
ODS	Objetivo de Sustentabilidade
ONU	Organização das Nações Unidas
PDRH-BG	Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara
PERHI-RJ	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PMSB DC	Plano Municipal de Saneamento Básico de Duque de Caxias
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNAS	Política Nacional de Assistência Social
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
RHBG	Região Hidrográfica da Baía de Guanabara
SERLA	Superintendência Estadual de Rios e Lagoas
SNIS	Sistema nacional de Informações sobre Saneamento

1. Introdução

A qualidade de vida de uma população está intimamente ligada à qualidade dos serviços de saneamento oferecidos na região em que ela vive. No entanto, muitas pessoas ainda não têm acesso a esses serviços, ou estão sujeitas a um acesso muito precário.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2017, 83,5% da população brasileira tinha acesso ao abastecimento de água com rede. A grande maioria da população atendida por este serviço encontra-se nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, sendo a região Norte a região com índices mais preocupantes (apenas 57% da população é atendida) (SNIS, 2019).

Ainda segundo o SNIS (2019), houve uma leve melhora no setor de saneamento no que diz respeito aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário entre 2016 e 2017. O índice de abastecimento total com rede de abastecimento de água aumentou de 83,3% para 83,5% e o índice de atendimento total com rede de esgotos passou de 52% para 52,4%. No entanto, percebe-se que, apesar da melhora na média do país, o saneamento no Brasil ainda não tem chegado a muitas localidades, e a ausência deste serviço provoca inúmeras adversidades à população. A falta de abastecimento de água adequado, por exemplo, pode causar contaminação, doenças, problemas no funcionamento de diversas cadeias produtivas e a privação de acesso a necessidades básicas do ser humano, tais como a ingestão de água, a higiene pessoal e o atendimento às necessidades fisiológicas.

Segundo Juliano *et al.* (2012), para que a equidade e a universalidade, previstas na legislação federal do setor de saneamento, existam, deve existir também inovação. Os autores chamam a atenção para o modelo utilizado nos sistemas atuais dos serviços oferecidos por este setor, que foi muito útil para algumas localidades, mas que não supriu as necessidades de muitas outras, em especial as de maior vulnerabilidade econômica e social. A inovação e as melhoras só seriam possíveis com um olhar mais sensível à realidade de cada região, às características sociais e às necessidades individuais das mesmas. Ou seja, uma visão sistêmica sobre o meio.

Dito isso, a avaliação do serviço de saneamento, tendo em vista as características e necessidades regionais, se mostra necessária, e uma forma de unir os serviços de saneamento às diversas interações do espaço geográfico em que estes serviços atuam, é o

recorte de regiões hidrográficas. Este recorte permite a inclusão de todos os setores que afetam e são afetados pelos serviços de saneamento (sociedade civil, setor privado e governo), visto que, dentro de uma mesma região hidrográfica, todos esses setores interferem na gestão dos recursos hídricos da região, que inclui a utilização da água para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

No Rio de Janeiro, a Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro - CERHI-RJ n° 107 de 2013, que será apresentada novamente mais a frente com maiores detalhes, regulamenta a divisão do território estadual em regiões hidrográficas. A gestão destes recortes é realizada no âmbito de comitês denominados Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), e as diretrizes para esta gestão são organizadas dentro dos Planos de Bacias Hidrográficas.

No presente trabalho, os serviços de abastecimento de água dos municípios do Rio de Janeiro serão avaliados tendo como base tanto os indicadores do SNIS para o ano de 2017 quanto o planejamento das Regiões Hidrográficas do estado. O trabalho buscará mostrar, entre outros pontos, como este planejamento pode ajudar na identificação de falhas dos sistemas além de dar diretrizes de ação.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral:

Avaliar criticamente a qualidade do serviço de abastecimento de água no estado do Rio de Janeiro, com base em análise técnica dos indicadores operacionais e dos Planos de Bacias das Regiões Hidrográficas do estado.

2.2. Objetivos Específicos:

- Avaliar o serviço de abastecimento do estado com base em suas Regiões Hidrográficas, por meio de indicadores da base de dados do SNIS.
- Selecionar uma Região Hidrográfica para análise do Plano de Bacia Hidrográfica.
- Evidenciar as fragilidades e incompatibilidades dos sistemas de abastecimento de água e do Plano de Bacia Hidrográfica.
- Correlacionar os dados operacionais com a análise do Plano de Bacia Hidrográfica.

3. Revisão da Literatura

Neste capítulo, serão tratados os temas que serviram de base para o desenvolvimento do presente trabalho e para a aplicação da metodologia.

Inicialmente, é contextualizado o panorama atual do saneamento básico e do abastecimento de água no Brasil, mostrando a estrutura destes sistemas no país, e apontando as dificuldades na gestão.

Segue-se, então, para a apresentação do que é a bacia hidrográfica e os demais conceitos relacionados à mesma. Este recorte geográfico, que é objeto utilizado na gestão dos recursos hídricos em geral, será o espaço em que as análises dos serviços de abastecimento serão realizadas.

O terceiro tópico tratado neste capítulo será o funcionamento dos sistemas de abastecimento de água. Serão mostradas as partes do sistema, a influência do consumo no gerenciamento que vai desde a captação de água no manancial até a rede de distribuição e os problemas técnicos que podem ser encontrados.

Por fim, são apresentados os indicadores operacionais de desempenho, e discorre-se sobre a importância deles nas tomadas de decisão e na identificação das possíveis falhas na gestão dos serviços de saneamento.

3.1. Panorama Atual do Saneamento Básico no Brasil

Entre meados da década de 1960 até 1986, o Brasil tornou-se predominantemente urbano. Durante esse período, 56% dos 93 milhões de brasileiros passaram a viver em cidades, o que acelerou a necessidade de investimentos e iniciativas no setor de saneamento (BRITTO, 2011).

Em 1971, foi instituído o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA). Devido a seus mecanismos institucionais e financeiros, no período compreendido entre os anos 70 e o início dos anos 80, a oferta de serviços de saneamento básico no país foi expandida (ARRETCHE, 1999).

Desde o cenário descrito, até os dias de hoje, alguns acontecimentos foram importantes na construção da atual política de saneamento. Entre eles, a criação do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), realizada em 1995. Com a criação do sistema, foi possível perceber, através de indicadores, os avanços e regressos em todos os setores

do saneamento básico, além da maior possibilidade de controle social, como será discutido ao longo deste trabalho.

Apesar disso, ainda havia a necessidade de um marco legal que estabelecesse diretrizes nacionais para o saneamento básico. Este marco ocorreu em 2007, com a promulgação da Lei nº 11.445, que institui a Política Nacional de Saneamento Básico. Ela foi responsável por trazer ferramentas de gestão, tais como os planos de saneamento básico, e determinar princípios a exemplo da universalização do acesso. Entre outras definições, a lei caracteriza como saneamento básico, todo o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais que formam o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a drenagem das águas pluviais urbanas e o manejo de resíduos sólidos.

Sendo esta a definição de saneamento básico, é evidente que a falta de acesso ao mesmo traz grandes prejuízos à qualidade de vida de uma população, a saber: doenças, enchentes, proliferação de vetores e poluição dos recursos hídricos. Apesar do conhecimento destes e de outros problemas que podem ocorrer devido à má gestão do setor de saneamento, os indicadores disponíveis nas diferentes bases de dados oficiais refletem a baixa qualidade e a grande desigualdade no acesso ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário dentro do território brasileiro.

A Tabela 1 apresenta os índices obtidos para os indicadores de abastecimento de água e de acesso à rede coletora ou fossa séptica da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2018 para as Regiões Geográficas do Brasil.

Tabela 1- Porcentagem de Domicílios particulares permanentes com acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento. Fonte: PNAD, 2018.

Grandes Regiões	Acesso à rede de Abastecimento de Água	Acesso à rede coletora ou fossa séptica
CENTRO-OESTE	87,5%	55,6%
NORDESTE	80,2%	44,6%
NORTE	58,9%	21,8%
SUDESTE	92,4%	88,6%
SUL	88,8%	66,8%
BRASIL	85,8%	66,3%

Sabendo que a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico é um dos princípios da Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007, pode-se dizer que os valores dos indicadores apresentados na Tabela 1 para o Brasil ainda são insatisfatórios. Além disso, observa-se a grande discrepância entre as regiões e como os indicadores atribuídos ao país não traduzem a realidade da Região Norte.

A desigualdade observada para o país reflete o que acontece nos estados. O Rio de Janeiro, por exemplo, possui tanto municípios com índices de atendimento urbano de água menores que 50%, quanto municípios com índices de 100% (SNIS, 2019). Esta heterogeneidade deve-se, principalmente, à grande diversidade de realidades encontradas dentro do território nacional, como será melhor apresentado no decorrer deste trabalho.

Ressalta-se, no entanto, que os indicadores relacionados ao abastecimento de água possuem melhores índices em relação ao esgotamento sanitário, ainda que também insatisfatórios para algumas localidades. Ainda assim, os serviços de abastecimento apresentam as mesmas questões citadas acima para o saneamento como um todo: a heterogeneidade na abrangência frente às realidades distintas do país e a busca pela universalização.

Estes e outros pontos serão tratados a seguir a fim de apresentar o atual cenário deste serviço, que é o foco do presente trabalho.

3.1.1. Abastecimento de Água

A importância da água é um conhecimento já consolidado como senso comum. Seu uso é essencial em processos produtivos, no bom funcionamento de inúmeros sistemas, na geração de energia e, principalmente, é base para a existência de vida no planeta. Há alguns anos, diversas ações têm reafirmado seu valor.

Por meio da Organização das Nações Unidas (ONU), foram realizados grandes eventos, a saber: a Conferência das Nações Unidas para a Água (1977), a Década Internacional de Abastecimento de Água Potável e Saneamento (1981-1990), a Conferência Internacional sobre a Água e Meio Ambiente (1992) e a Cúpula da Terra (1992). Todas voltadas para a importância deste recurso.

Mais recentemente, em 2012, na Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável, ocorrida no Rio de Janeiro, foram produzidos 17 Objetivos de Sustentabilidade (ODS) com o intuito de promover melhorias nas demandas políticas, sociais, econômicas e ambientais mais urgentes. Entre eles, o objetivo número seis propõe metas que visam o acesso à água e ao saneamento. Destaca-se, entre elas, a meta número

6.1 que determina que até 2030, seja alcançado o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos. Com esta meta, espera-se que o setor invista em inovação a fim de que os serviços de abastecimento possam chegar a lugares que hoje possuem atendimento precário, ou mesmo que não possuem atendimento.

Além de ser pauta de diversas ações como as apresentadas, a questão do acesso à água também tem sido abordada em leis federais e estaduais, que procuram garantir seu uso equitativo e universal. No Brasil, o Art. 2º da Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Lei das Águas), que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, prevê, como um de seus objetivos, “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”(BRASIL, 1997). Além disso, para o estado do Rio de Janeiro, a Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 3.239 de 1999, também prevê, entre seus objetivos, a garantia a esta e às futuras gerações da necessária disponibilidade dos recursos naturais (incluindo, portanto, a água), dentro dos padrões de qualidade adequados aos usos (RIO DE JANEIRO, 1999).

Dessa forma, percebe-se que a preservação da água e o acesso a ela é de fato uma preocupação. Contudo, questiona-se como encaminhá-la até seus inúmeros destinos e o que determina um abastecimento de qualidade.

A Lei nº 11.445 de 2007 define o abastecimento de água potável como aquele constituído pelas atividades, infraestrutura e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, incluindo seus instrumentos de medição (BRASIL, 2007).

Sendo assim, é razoável que a determinação da qualidade inclua qual a abrangência deste sistema, se suas instalações estão em bom funcionamento (vazamentos, pressão adequada e perdas no geral) e se há um monitoramento eficiente de todos os componentes (macromedição e micromedição).

No entanto, a qualidade da prestação do serviço não pode ser determinada unicamente por suas questões técnicas, deve-se atentar para a forma como é conduzida a sua gestão. Considerar as diferentes realidades do espaço, bem como sua construção histórica é essencial para que o sistema funcione com qualidade e chegue a todas as comunidades.

Como apresentado na Tabela 1, segundo a PNAD, em 2018 o Brasil possuía 85,8% de sua população ligada a redes de abastecimento de água. No entanto, este valor não especifica a parcela urbana e a parcela rural. Segundo Machado *et al.* (2016), a partir da década de 50, grande parte da população rural se deslocou para as cidades, incentivando maiores investimentos em abastecimento de água na zona urbana.

Para atender tal demanda, tanto políticas públicas quanto leis foram criadas no intuito de promover maior abrangência dos serviços de abastecimento, sendo sua prioridade (ou exclusividade) a população que residia nas cidades. Além disso, é possível perceber que a configuração atual do serviço levado pelos prestadores considera levar às diferentes comunidades apenas o acesso com o uso de rede, desconsiderando realidades como as encontradas em comunidades rurais ou em populações urbanas mais vulneráveis. Tal fato pode se dar em função da distribuição espacial destas regiões que, muitas vezes, dificulta a viabilidade de implantação de redes de abastecimento. Pode-se citar sobre esta configuração: baixa concentração populacional, pouco adensamento de domicílios, distância da estação de tratamento de água, diferentes culturas de cada comunidade e ainda a renda dos usuários (MACHADO *et al.*, 2016).

Para comunidades como estas, é destacado o ODS da ONU 6.b: “Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, priorizando o controle social para melhorar a gestão da água e do saneamento” (ANA, 2019).

A proposta dada por esse ODS reforça a importância do entendimento das diversas realidades encontradas no território e a adoção de medidas que se enquadrem a elas. O fortalecimento da participação de comunidades locais, por exemplo, é uma forma de levar melhor qualidade de acesso aos serviços de abastecimento de água a localidades de maior vulnerabilidade econômica e de menor acessibilidade.

Como é discutido por Juliano *et al.* (2012), para o alcance da equidade e universalidade, é necessário investimento em inovação. Para isso, deve-se ter um olhar para os usuários de uma mesma rede como grupos com diferentes interesses. Entende-se que o alcance da universalização só será possível com o entendimento de que a análise de cada região deve ser feita de forma diferenciada e considerando suas particularidades.

Contudo, atenta-se ao fato de que o Brasil não negligenciou o objetivo da universalização, mas as ações realizadas pelo país ainda não foram suficientes e seus resultados mostram-se heterogêneos para diferentes regiões do território brasileiro (JULIANO *et al.*, 2012), existindo, então, a necessidade de busca por novas configurações do abastecimento de água que englobem as áreas antes não incluídas.

Frente ao que está sendo apresentado, há a necessidade de uma proposição de gestão que possa tanto englobar os diversos cenários encontrados dentro do território, quanto os interesses dos diferentes setores da sociedade: Estado, empresas privadas e sociedade civil.

Sendo assim, um dos recortes geográficos em que estas questões podem ser discutidas, e uma gestão eficiente pode ser implementada, é a bacia hidrográfica. A Lei das Águas aponta a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), além de ser objeto de atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Ela aparece também na Lei 11.445 de 2007, como unidade de referência para o planejamento das ações no estabelecimento da política de saneamento da União (BRASIL, 2007). Seus comitês e Planos visam uma gestão integrada do território e a participação de todos os setores da sociedade que de alguma forma usufruam das águas encontradas dentro daquela bacia.

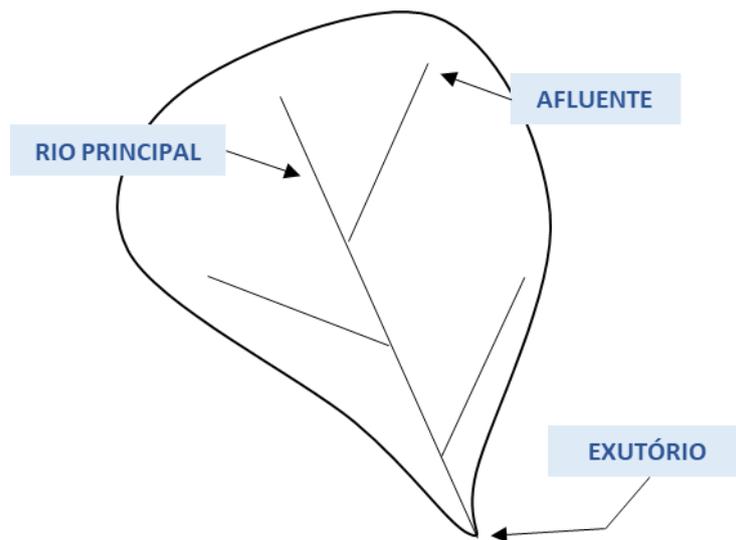
A seguir, serão melhor discutidos os elementos que a compõem e sua importância na gestão dos recursos hídricos e dos serviços de abastecimento de água potável.

3.2. Bacias Hidrográficas

No início dos anos 1990, a gestão dos recursos hídricos com base no recorte territorial das bacias hidrográficas foi impulsionada pela criação dos Princípios de Dublin na reunião preparatória à Rio-92 (PORTO, PORTO, 2008). Segundo o primeiro princípio, a gestão dos recursos hídricos, para que de fato seja eficaz, deverá conectar os usos da terra e da água. Ela deve assumir uma abordagem holística, considerando aspectos sociais e econômicos associados à proteção dos ecossistemas naturais. Sendo assim, a bacia hidrográfica mostra-se como a área na qual todos esses fatores podem ser integrados (ICWE, 1992).

Segundo Tucci (2001), a bacia hidrográfica é caracterizada por drenar naturalmente a água que precipita, em uma rede de superfícies vertentes. Esta rede compõe-se por cursos de água que confluem até o rio principal, que conduz estas águas até um ponto único, chamado exutório (Figura 1). Por possuir corpos d'água de comprimentos variados em sua estrutura, dentro de uma bacia mais extensa, podem existir outras muito menores, sendo sua área estabelecida de acordo com o que for analisado ou estudado. A área, que pode variar, deverá apenas incorporar toda a problemática de interesse (PORTO, PORTO, 2008).

Figura 1 – Componentes principais de uma bacia hidrográfica. Fonte: Elaboração própria, 2019.



Como ressaltado anteriormente, junto aos corpos d'água que a compõem existe também, dentro das delimitações desta bacia, um território, composto por interações sociais e interesses políticos e privados, além de diferentes configurações de uso e ocupação do solo. Dessa forma, a utilização do recorte de bacia hidrográfica se mostra interessante na gestão de recursos hídricos, incluindo a utilização da água em processos industriais, agrícolas ou ainda nos serviços de saneamento e abastecimento de água, que é o foco deste estudo.

Cabe ressaltar que, para que sejam incluídos esses diferentes aspectos, a gestão da bacia dispõe de instrumentos, tais como os Comitês de Bacias Hidrográficas e os Planos de Bacias Hidrográficas, que serão apresentados mais à frente. Eles facilitam a interação entre os diversos modos de gestão encontrados na área em que a bacia se encerra, e levam em conta a organização territorial e os interesses divergentes entre os setores público, privado e social.

Além disso, é natural que haja o agrupamento ou recorte de bacias com características sociais, ambientais e econômicas semelhantes para que haja maior concordância entre os múltiplos usuários da água. Este agrupamento ou recorte é chamado região hidrográfica.

A legislação que regulamenta a codificação de bacias e regiões hidrográficas, em âmbito nacional, é a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH n° 30, de 2002. A Resolução foi criada com o intuito de padronizar as subdivisões e agrupamentos de bacias e regiões hidrográficas, facilitando a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos no país.

3.2.1. Regiões Hidrográficas

Como já discutido, a utilização da bacia hidrográfica como unidade de gestão dos recursos hídricos tem sido a forma mais eficaz de incluir os diferentes setores que utilizam esses recursos, seja para fins de abastecimento, irrigação, utilização em processos industriais, ou outros. Entretanto, o agrupamento de bacias contíguas, ou a fragmentação das mesmas (sub-bacias), facilita os processos de gestão em diversos casos. Essas divisões podem ser chamadas regiões hidrográficas.

A legislação que define as Regiões Hidrográficas do país é a Resolução CNRH n°32 de 2003. Segundo a própria Resolução, esta divisão foi instituída “com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos” (BRASIL, 2003). Ou seja, sua criação tem o intuito de servir de base para políticas de planejamento e programas de gestão dos recursos hídricos incluídos em cada Região.

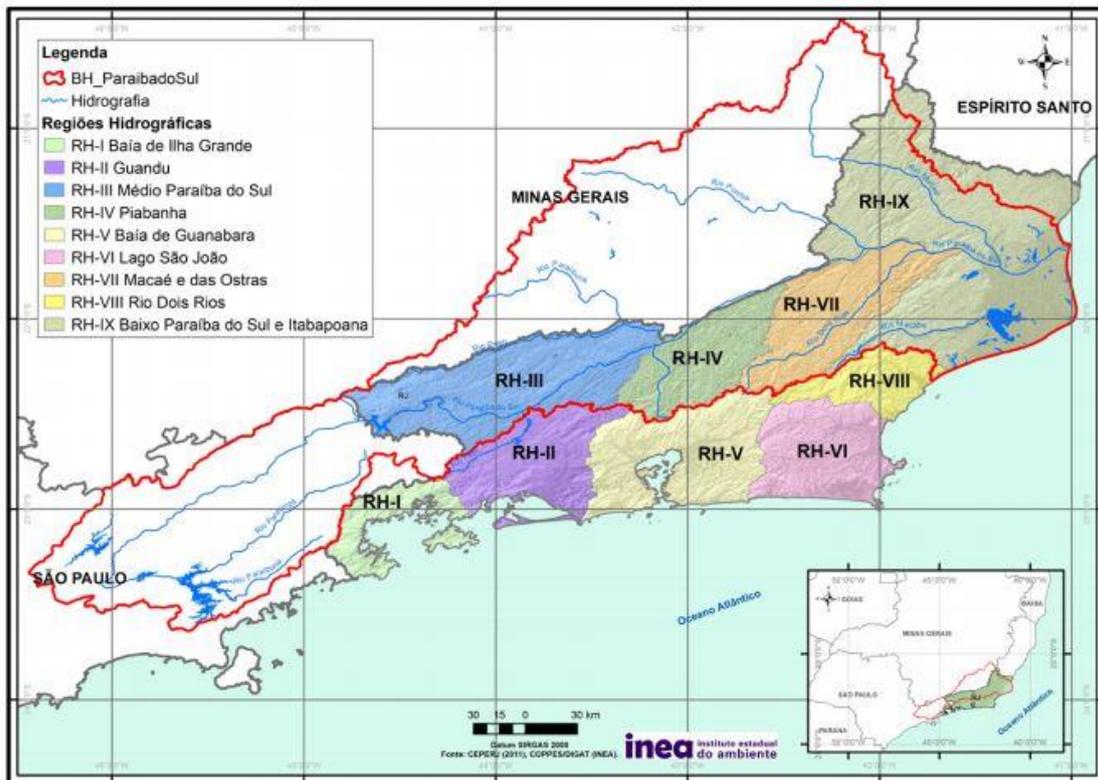
O mapa da Figura 2 mostra as doze Regiões Hidrográficas brasileiras, instituídas pela Resolução CNRH n° 32 de 2003. São elas: Região Hidrográfica Amazônica; Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia; Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental; Região Hidrográfica do Parnaíba; Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental; Região Hidrográfica do São Francisco; Região Hidrográfica Atlântico Leste; Região Hidrográfica Atlântico Sudeste; Região Hidrográfica do Paraná; Região Hidrográfica do Uruguai; Região Hidrográfica Atlântico Sul e Região Hidrográfica do Paraguai.

Figura 2 - Regiões Hidrográficas do Brasil. Fonte: Elaboração Própria, 2019



Para fins de gestão semelhantes aos do país, as Unidades Federativas do Brasil também tiveram seu território dividido em Regiões Hidrográficas. No Rio de Janeiro, a Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro - CERHI-RJ n° 107, de 2013, regulamenta este recorte, fragmentando o estado em 9 Regiões Hidrográficas distintas, e sendo esta a divisão utilizada para as análises deste estudo. São elas: Região Hidrográfica Baía da Ilha Grande; Região Hidrográfica Guandu; Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul; Região Hidrográfica Piabanha; Região Hidrográfica Baía de Guanabara; Região Hidrográfica Lagos São João; Região Hidrográfica Rio Dois Rios; Região Hidrográfica Macaé e das Ostras e Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana. O mapa da Figura 3 mostra a configuração destas Regiões Hidrográficas dentro do território estadual.

Figura 3 - Divisão do estado do Rio de Janeiro em regiões hidrográficas, conforme Resolução CERHI nº 107 de 22 de maio de 2013. Fonte: Revista INEANA v. 03, nº 01, 2015.



A utilização das Regiões Hidrográficas como unidades de planejamento traz grande benefício aos serviços de saneamento e abastecimento de água. Como abordado anteriormente, o país possui muita desigualdade na prestação desses serviços. Sendo assim, a abordagem integralizada entre a ocupação do solo, os interesses públicos e privados, e os usos da água, traz maior sensibilidade na identificação das populações mais vulneráveis.

Tanto para as Regiões brasileiras, quanto para as Regiões do estado do Rio de Janeiro, existem fóruns criados com o intuito de promover a gestão de suas bacias constituintes e de unir os interesses dos diferentes setores que compartilham dos corpos d'água que formam estas bacias. São eles os comitês de bacias hidrográficas.

3.2.2. Comitês de Bacias Hidrográficas

De acordo com o segundo Princípio de Dublin, o desenvolvimento e a gestão da água deverão ter como base uma abordagem participativa (ICWE, 1992). Somado a esta afirmativa e à luz do que é apresentado pelo Caderno de Capacitação em Recursos Hídricos da ANA (2011), o surgimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) foi

devido à necessidade de criação de arranjos institucionais que pudessem promover o diálogo entre os diversos setores que utilizam das águas de uma determinada bacia, ou de bacias contíguas, no intuito de decidir adequadamente acerca da gestão dessas águas. Sendo assim, os CBHs são formados por membros dos poderes públicos, da sociedade civil organizada, do setor privado e de usuários diversos da bacia. O número de representantes de cada segmento será sempre discutido no âmbito do comitê. Entretanto, deverá seguir a composição determinada pelo Art. 8º da Resolução CNRH nº5, de 10 de abril de 2000:

Art. 8º Deverá constar nos Regimentos dos Comitês de Bacias Hidrográficas, o seguinte:

I – número de votos dos representantes dos poderes executivos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, obedecido o limite de quarenta por cento do total de votos;

II – número de representantes de entidades civis, proporcional à população residente no território de cada Estado e do Distrito Federal, cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação, com pelo menos, vinte por cento do total de votos, garantida a participação de pelo menos um representante por Estado e do Distrito Federal;

III – número de representantes dos usuários dos recursos hídricos, obedecido quarenta por cento do total de votos [...] (BRASIL, 2000, p. 2)

O Art. 8º da Resolução CNRH nº 5 de 2000 deixa claro a necessária participação integrada na gestão dos recursos hídricos, já bastante comentada neste trabalho.

Além do que é determinado pela Resolução, a representação dos poderes executivos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios também é citada na Lei 9.433 de 1997, sendo limitada à metade do total de membros.

A formação dos comitês, como já colocado, tem motivação no necessário diálogo entre os setores interessados que estejam inseridos na bacia, podendo ter como área de atuação uma bacia inteira, sub-bacias, ou ainda regiões hidrográficas.

No âmbito de sua área de atuação, as competências dadas aos Comitês de Bacias Hidrográficas são determinadas pela Lei 9.433 de 1997 em seu artigo 38º:

Art. 38. Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;

IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

- V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;
- VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; [...]
- IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo. (BRASIL, 1997, p. 9)

Segundo o disposto pela Lei 9.433 de 1997, competirá aos comitês as decisões quanto à gestão das bacias. Eles deverão aprovar ações que incentivem o uso múltiplo das águas, programas que visem à preservação das bacias, além de promover debates sobre propostas de intervenção nas mesmas. A partir do que for acordado, deverão ser então elaborados os chamados Planos de Bacias.

3.2.3. Planos de Bacias Hidrográficas

Os Planos de Recursos Hídricos, segundo a Lei das Águas, são planos diretores que têm como objetivo fundamental e orientar a implementação da PNRH e auxiliar o gerenciamento dos recursos hídricos, podendo ser de abrangência nacional, estadual ou por bacia hidrográfica.

Já os Planos de Bacias são uma categoria de Planos de Recursos Hídricos que são implementados em uma área que corresponda a uma bacia, sub-bacia ou região hidrográfica. Eles são de suma importância em termos de gestão, por deixarem claras as diretrizes acordadas pelo comitê da bacia correspondente.

Apontados como instrumentos da PNRH, os Planos de Recursos Hídricos deverão apresentar um conteúdo mínimo previsto pela Lei 9.433 de 1997 em seu Art. 7º:

- Art. 7º Os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e terão o seguinte conteúdo mínimo:
- I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
 - II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
 - III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
 - IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
 - V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas; [...]
 - VIII - prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
 - IX - diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
 - X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos. (BRASIL, 1997, p. 2)

Pode-se destacar, entre os itens do Art. 7º, o item III, sobre o balanço de disponibilidades e demandas futuras. Isso mostra que o planejamento do Plano está intimamente ligado à

situação atual do corpo de água, ao que é desejado para aquele recurso hídrico, e ao que se pode alcançar com a aplicação de projetos e programas (ANA, 2014). Os Planos devem considerar, para sua elaboração, a realidade da área em que o mesmo deverá ser implementado e a real melhora que pode ser dada às bacias inseridas no território de interesse, incluindo questões sociais e de ocupação do solo.

Sendo assim, o conteúdo dos Planos de Recursos Hídricos, estando de acordo com outras formas de gestão territorial, funciona como base para a aplicação de políticas públicas bem como instrumento de planejamento de diversos setores que utilizam aqueles recursos hídricos.

Já a Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro, instituída pela Lei 3.239, de 2 de agosto de 1999, especifica o conteúdo mínimo dos Planos de Bacia Hidrográfica do estado em seu Art. 13º:

Art. 13 - Serão elementos constitutivos dos Planos de Bacia Hidrográfica (PBH's):

I - as caracterizações sócio-econômica e ambiental da bacia e da zona estuarina;

II - a análise de alternativas do crescimento demográfico, de evolução das atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;

III - os diagnósticos dos recursos hídricos e dos ecossistemas aquáticos e aquíferos;

IV - o cadastro de usuários, inclusive de poços tubulares;

V - o diagnóstico institucional dos Municípios e de suas capacidades econômico-financeiras;

VI - a avaliação econômico-financeira dos setores de saneamento básico e de resíduos sólidos urbanos;

VII - as projeções de demanda e de disponibilidade de água, em distintos cenários de planejamento;

VIII - o balanço hídrico global e de cada sub-bacia;

IX - os objetivos de qualidade a serem alcançados em horizontes de planejamento não-inferiores aos estabelecidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI);

X - a análise das alternativas de tratamento de efluentes para atendimento de objetivos de qualidade da água;

XI - os programas das intervenções, estruturais ou não, com estimativas de custo; e

XII - os esquemas de financiamentos dos programas referidos no inciso anterior, através de:

a) - simulação da aplicação do princípio usuário-poluidor-pagador, para estimar os recursos potencialmente arrecadáveis na bacia;

b) - rateio dos investimentos de interesse comum; e

c) - previsão dos recursos complementares alocados pelos orçamentos públicos e privados, na bacia. (RIO DE JANEIRO (Estado), 1999, p. 5)

Para fins deste estudo, os Planos de Bacias serão utilizados no intuito de mostrar a influência do planejamento no setor de abastecimento de água. O resultado da avaliação dos serviços deste setor será comparado com o que foi planejado para a área à qual o Plano se refere. Esta avaliação será realizada com a utilização de indicadores

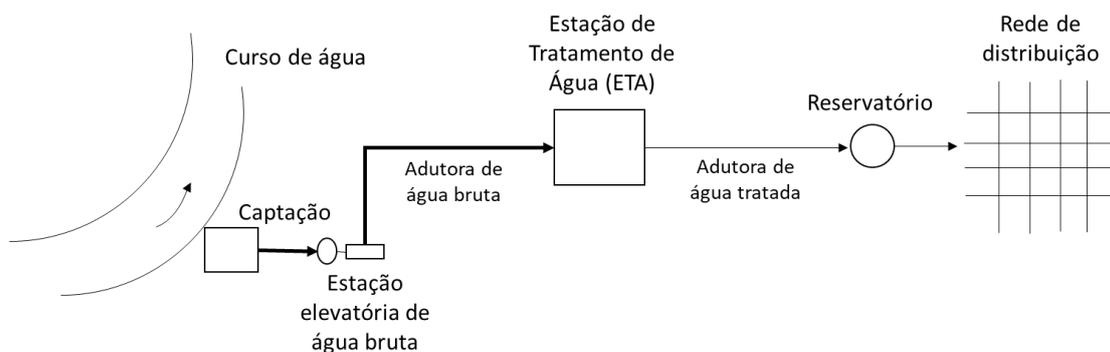
operacionais. Os indicadores, que serão apresentados no tópico 3.4, visam promover o controle social dos serviços prestados, além de indicar os pontos que precisam ser ainda melhorados em termos de gestão.

A seguir, serão apresentados os componentes constituintes dos sistemas de abastecimento de água e as falhas operacionais que podem ocorrer nestes sistemas. Falhas estas que podem gerar aumento de tarifa para a população, contaminação da água e perdas de faturamento para as concessionárias responsáveis pelo serviço de abastecimento de água da região.

3.3. Sistemas de Abastecimento de Água

Segundo Tsutiya (2006), o sistema de abastecimento de água tem como objetivo principal levar ao usuário uma água de qualidade e quantidade adequadas com pressão suficiente. A Figura 4 mostra as partes constituintes de um sistema de abastecimento de água.

Figura 4 - Sistema de abastecimento de água com captação em curso de água. Fonte: Elaboração Própria, 2019.



Como é observado na Figura 4, o sistema de abastecimento vai desde a captação até as tubulações que levam a água ao consumidor (rede de distribuição), passando pelas adutoras, estações elevatórias, Estações de Tratamento de Água (ETA) e reservatórios.

As adutoras são responsáveis por conduzir a água entre as unidades do sistema que precedem a rede de distribuição. As elevatórias tanto de água bruta quanto de água tratada recalcam a água para uma unidade mais elevada em relação à unidade anterior. Por fim, as ETAs são responsáveis pelo tratamento da água captada e os reservatórios por regularizar variações de vazão e condicionar as pressões na rede de distribuição (TSUTIYA, 2006).

O funcionamento do sistema, bem como suas ampliações e melhorias, tem grande influência da demanda por parte do consumidor final. Sendo assim, a previsão do consumo é muito importante no planejamento e gerenciamento de sistemas de abastecimento de água (TSUTIYA, 2006). O conhecimento sobre o perfil do consumidor e sua demanda para dada localidade permite que sejam aplicadas ações de gestão personalizadas e mais eficientes.

3.3.1. Consumo de Água

O consumo de água pode ser influenciado por diversos fatores. Em dias mais quentes, por exemplo, a população tende a consumir mais água; entretanto, este consumo pode ser reduzido para locais com tarifas mais elevadas. Outros fatores que podem afetar o consumo são a presença ou não de hidrômetros, as características da cidade e os hábitos e nível de vida da população.

Segundo Tsutiya (2006), populações com maior poder econômico e social tendem a consumir mais água devido ao emprego de máquinas de lavagem de roupas, de lavagem de pratos, de lavagem de automóveis e de diversas outras aplicações que resultam em maior conforto para si. Já populações menos favorecidas financeiramente tendem a consumir o essencial para suas necessidades diárias (considerando, claramente, locais com acesso a rede de água e sem intermitências. Para locais em que a água não chega pela rede, por vezes, nem as necessidades diárias podem ser atendidas).

Além disso, o tipo de consumidor predominante numa região também tem influência sobre a demanda de água. Segundo Tsutiya (2006), os consumidores podem ser agrupados em quatro categorias principais: doméstico, comercial, industrial e público. O autor destaca a necessidade de estabelecer políticas tarifárias e de cobrança diferenciadas para as diferentes categorias. Isso porque há grande diferença entre as categorias na homogeneidade do consumo. Segundo Tsutiya (2006), a categoria de economias residenciais (uso doméstico), por exemplo, é a mais homogênea em comparação às outras. Sua variabilidade de consumo é relativamente pequena, enquanto nas categorias comercial e industrial existe grande variabilidade, estando incluídos desde bares, padarias e pequenos comércios, até shoppings e indústrias de bebidas (TSUTIYA, 2006).

Sendo assim, para o acompanhamento do consumo, considerando o tipo de consumidor e suas características, as companhias de saneamento realizam o cadastro comercial deste

consumidor. O cadastro permite que o prestador de serviços tenha conhecimento sobre o tipo de consumidor e as características estruturais do imóvel necessárias para a implementação dos ramais de água. Além destes consumidores, clientes do prestador de serviços de saneamento, existe ainda o consumo dentro da própria companhia (usos administrativos) e o consumo público, que é aquele voltado para o combate a incêndios e o uso em jardins, praças e banheiros públicos. Todos os consumos citados configuram-se em consumo autorizado. De acordo com a *International Water Association* (IWA, 2000), os consumos autorizados são aqueles, medidos ou não medidos, que se referem aos consumidores cadastrados, ao consumo dentro da própria empresa ou a outros consumos autorizados, incluindo a água exportada. Ainda segundo a associação, qualquer parte do volume de água que entrar no sistema e que não for utilizado por consumo autorizado é classificado como perda. O Quadro 1 mostra uma ilustração destes e de outros conceitos de acordo com a IWA.

Quadro 1 – Componentes do balanço hídrico para um sistema de adução de água tratada ou de um sistema de distribuição. Fonte: IWA, 2000.

Volume de Entrada no Sistema	Consumo Autorizado	Consumo Autorizado Faturado	Consumo Medido Faturado (incluindo água exportada)	Água Faturada
			Consumo Estimado Faturado	
		Consumo Autorizado não Faturado	Consumo Medido não Faturado	Água não Convertida em Receita (ANCR)
			Consumo não medido não Faturado	
	Perdas de Água	Perdas Aparentes	Consumo não Autorizado	
			Imprecisão de Medição	
		Perdas Reais	Vazamentos e Extravasamentos em Reservatórios	
			Vazamentos em Adutoras e Redes	
Vazamentos em Ramais até o ponto de Medição do Cliente				

Deste quadro, para efeito de discussão sobre consumo, destaca-se três conceitos que ainda não foram apresentados: água faturada, água não-faturada e consumo não-autorizado.

A água faturada é todo o volume de água que gerou receita para a companhia de saneamento. Já a água não-faturada, naturalmente, é referente ao volume de água que não gerou receita. Deve-se destacar, no entanto, que água não-faturada não é sinônimo de perdas. Como pode ser observado no Quadro 1, a água não-faturada inclui também o consumo autorizado não-faturado. Sendo assim, seu significado tem relação unicamente com a não geração de receita para a companhia.

Já o consumo não-autorizado é tanto a perda aparente quanto a real. Segundo IWA (2000), Tsutiya (2006) e Pertel (2014), este consumo engloba, entre outros fatores, o volume de água consumido que configure fraude (intervenções realizadas no hidrômetro com o intuito de submedir o consumo efetivo), ligações clandestinas (ligações realizadas na rede sem o conhecimento da companhia de saneamento), falhas de cadastro, além de perdas devido a parques de hidrômetros velhos e descalibrados e vazamentos no sistema de distribuição.

De acordo com Tsutiya (2006), o consumo de água de um setor de abastecimento de água, ou de uma cidade, pode ser encontrado recorrendo a três métodos distintos: leitura dos hidrômetros, leitura do macromedidor instalado na saída do reservatório e por estimativas, quando não existir medição. No entanto, o ideal para a determinação do consumo é a utilização de hidrômetros, pois eles permitem o conhecimento de forma mais correta do volume consumido no período por tipo de economia (domiciliar, comercial, industrial e público) (TSUTIYA, 2006).

Uma falha que acontece nos sistemas de abastecimento de água, no entanto, é a falta de hidrômetros nos locais de consumo, ou o mau funcionamento dos aparelhos. A ausência destes dispositivos contribui para dificuldades na identificação da real demanda do consumidor e no controle de perdas, assunto que será tratado no tópico 3.3.2.

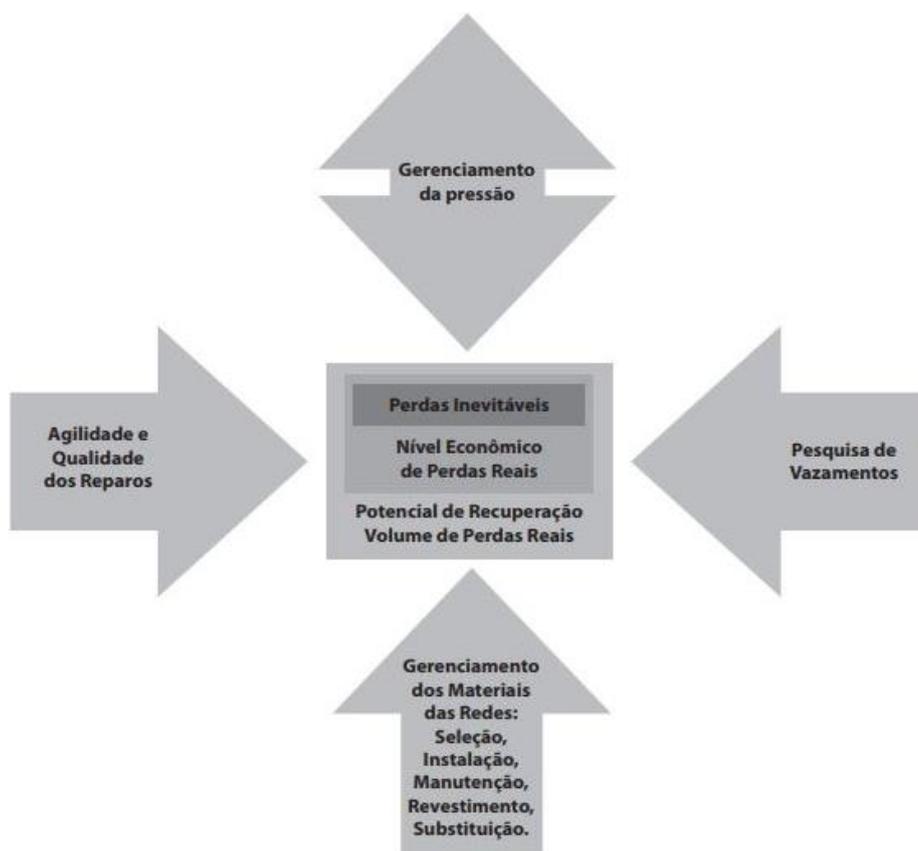
Segundo Tsutiya (2006), sistemas de abastecimento de água com boa operação e gerenciamento possuem baixos índices de perdas. Isso porque o controle deste volume de água implica medidores de qualidade, tubulações sem vazamentos e com materiais resistentes, além de manutenção periódica na rede. Sendo assim, para o controle destas perdas e gerenciamento eficiente do sistema de abastecimento é necessário o conhecimento dos tipos de perdas, onde podem ocorrer e as causas delas.

3.3.2. Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água

Podem existir perdas em todas as etapas do sistema de abastecimento de água, desde a captação no manancial até a entrega da água tratada ao consumidor final (TSUTIYA, 2006). Elas podem acontecer por conta de vazamentos e problemas de manutenção nas adutoras, ou ainda devido a ligações clandestinas na malha de distribuição. Com isso, as perdas podem ser divididas em dois grupos: perdas reais e perdas aparentes (Quadro 1).

As perdas reais são aquelas ditas físicas, que, segundo IWA (2000), ocorrem devido a fissuras, roturas e extravasamentos dependentes da frequência, do quanto é perdido de água e da duração média de cada fuga. Vale ressaltar, entretanto, que não há rede livre de perdas reais, visto que os dispositivos de controle apresentam erros associados aos mesmos e a redução de perdas possui um limiar econômico, em que o valor gasto nesta redução não é vantajoso. A Figura 5 ilustra o que são essas perdas inevitáveis e mostra ações de controle para perdas reais, segundo a Cruz de Lambert.

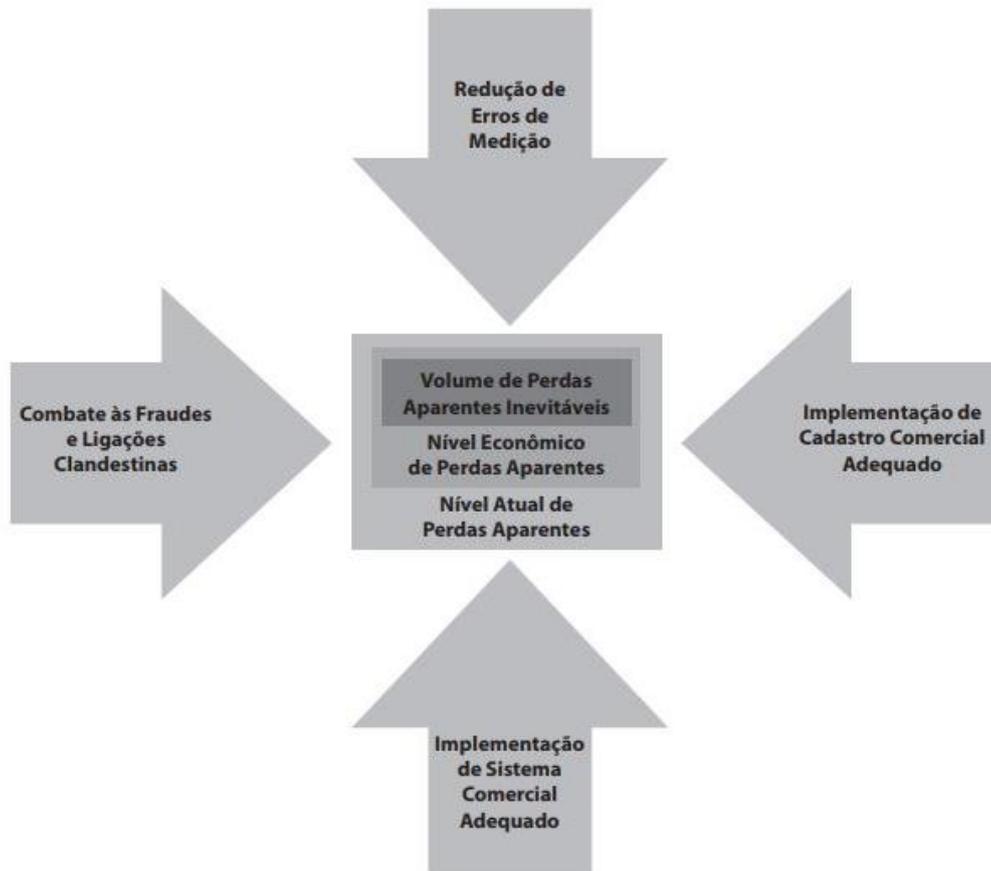
Figura 5 – Cruz de Lambert para combate a perdas reais. Fonte: FUNASA, 2014.



Já as perdas aparentes, de acordo com a IWA (2000) e Tsutiya (2006), são aquelas que se originam de erros de medição da água produzida e da água consumida, ou ainda de fraudes, ligações clandestinas e falhas de cadastro. Da mesma forma que as perdas reais,

existe um limite para a contenção das perdas aparentes. Similar a Cruz de Lambert, a Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2014) apresenta uma ilustração das perdas aparentes inevitáveis e das ações de controle utilizadas no combate a essas perdas (Figura 6)

Figura 6 – Cruz de ataque às perdas aparentes. Fonte: FUNASA, 2014.



Tanto as perdas reais quanto as perdas aparentes causam grandes danos ao funcionamento dos sistemas de abastecimento de água, sendo de grande importância a identificação e planos de controle. A Figura 5 e a Figura 6 mostram intervenções necessárias em planos de controle de perdas. Já a identificação delas e o acompanhamento de sua redução podem ser realizados com a ajuda de indicadores operacionais de desempenho. Eles têm o papel de identificar as falhas nos sistemas e a evolução gerada por ações de gestão, além de auxiliar no controle social.

3.4. Indicadores Operacionais de Desempenho

No tópico 3.3, foi possível a compreensão sobre as partes de um sistema de abastecimento de água, o papel do consumo e da consequente demanda para o planejamento e gerenciamento dado pela companhia de saneamento e a influência das perdas no desempenho operacional do sistema. A qualidade desses sistemas pode ser determinada por índices que traduzem problemas e necessidades de melhorias através de números. Esses índices podem assumir valores diferentes e ter faixas ótimas dependendo do indicador operacional de desempenho ao qual pertence.

Como tem sido discutido neste trabalho, para a gestão do serviço de abastecimento, bem como para o serviço de saneamento no geral, deverão ser consideradas as diferentes realidades encontradas dentro do território. Para isso, estes serviços deverão ser realizados de forma integrada, contando com o diálogo entre os diversos setores da sociedade.

Além dos recortes de bacias hidrográficas, já mencionados no tópico 3.2, os serviços de saneamento contam também com os indicadores operacionais de desempenho para facilitar este diálogo. Enquanto os comitês de bacias proporcionam a interação entre os setores privado, público e social, os indicadores permitem que o planejamento decidido seja avaliado. Quando bem desenvolvidos, eles possibilitam interpretações simples, concisas e claras da atual situação do serviço, facilitando tomadas de decisão eficientes por parte de gestores e/ou técnicos (BEZERRA, CHEUNG, 2013).

Existem diversos órgãos que criaram seus próprios indicadores para a avaliação dos serviços de saneamento, podendo ser citados: Banco Mundial, *International Water Association*, Entidade reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos de Portugal, *Office of Water Services* – Reino Unido e *Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Americas*. No Brasil, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), administrado pelo Governo Federal e no âmbito da Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério do Desenvolvimento Regional, se constitui no maior e mais importante sistema de informações sobre saneamento do país (BEZERRA *et al.*, 2019)

O SNIS publica, anualmente, desde o ano-base de 1995, os Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos. Estes diagnósticos trazem sempre um panorama geral do atual cenário

do saneamento no Brasil, comparando as Grandes Regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste), e confrontando os resultados atuais com os resultados obtidos nos anos anteriores. Além disso, sua publicação tem uma defasagem de dois anos, sendo o diagnóstico publicado em 2019 referente ao ano base 2017.

O Sistema tem, entre seus objetivos, constituir-se como uma ferramenta de auxílio no planejamento e execução de políticas públicas de saneamento, na orientação da aplicação de recursos, na avaliação de desempenho dos prestadores de serviços e no exercício do controle social (SNIS, 2015). Desta forma, seus indicadores têm grande importância na tomada de decisão e no diálogo entre todas as partes envolvidas na prestação dos serviços de saneamento.

A coleta de dados acontece por meio da autodeclaração dos prestadores, com a utilização de plataforma digital disponibilizada pelo SNIS. Nela, os responsáveis pela prestação de cada serviço de saneamento devem fornecer informações que posteriormente serão utilizadas no cálculo dos indicadores (SNIS, 2019). Estas informações podem ser sobre o abastecimento de água, sobre o esgotamento sanitário ou ainda sobre o manejo de resíduos sólidos, sendo estas informações de carácter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade (VON SPERLING, 2010). Com elas, são criadas três bases de dados: agregada, desagregada e municipal. Mais recentemente (2017), o levantamento das informações sobre os sistemas de drenagem das águas pluviais urbanas passou a integrar também o banco de dados do SNIS.

A base agregada contém as informações do prestador de serviço para o conjunto de municípios que ele atende. Já a base desagregada, guarda a informação do prestador de serviço para cada município atendido. Por fim, a base municipal contém as informações totais do município, somando todos os prestadores que o atendem para dado serviço (SNIS, 2019).

Vale ressaltar que, por serem informações autodeclaradas, elas podem conter falhas, tanto por problemas de interpretação, quanto por erros no preenchimento. Entretanto, a base de dados do SNIS é reconhecida por diversas instituições para fins de avaliação da qualidade do saneamento no país. Entre estas entidades, está o Trata Brasil, que disponibiliza, anualmente, o Ranking do Saneamento no Brasil utilizando sempre os dados da última publicação do SNIS. Desde 2012, esse ranking traz a avaliação das 100 maiores cidades

do país em termos de população, dispendo as mesmas em colocações de melhor e pior prestação de serviços de saneamento.

Neste trabalho, serão utilizados quatro indicadores operacionais para a avaliação dos serviços de abastecimento de água no estado do Rio de Janeiro. Quais foram os indicadores selecionados, o porquê da utilização deles, e a forma como serão avaliados serão alguns dos pontos do capítulo 5, em que a metodologia proposta será apresentada.

A seguir, o capítulo 4 irá mostrar a área de estudo deste trabalho na qual serão utilizados os indicadores escolhidos e na qual a metodologia será adotada.

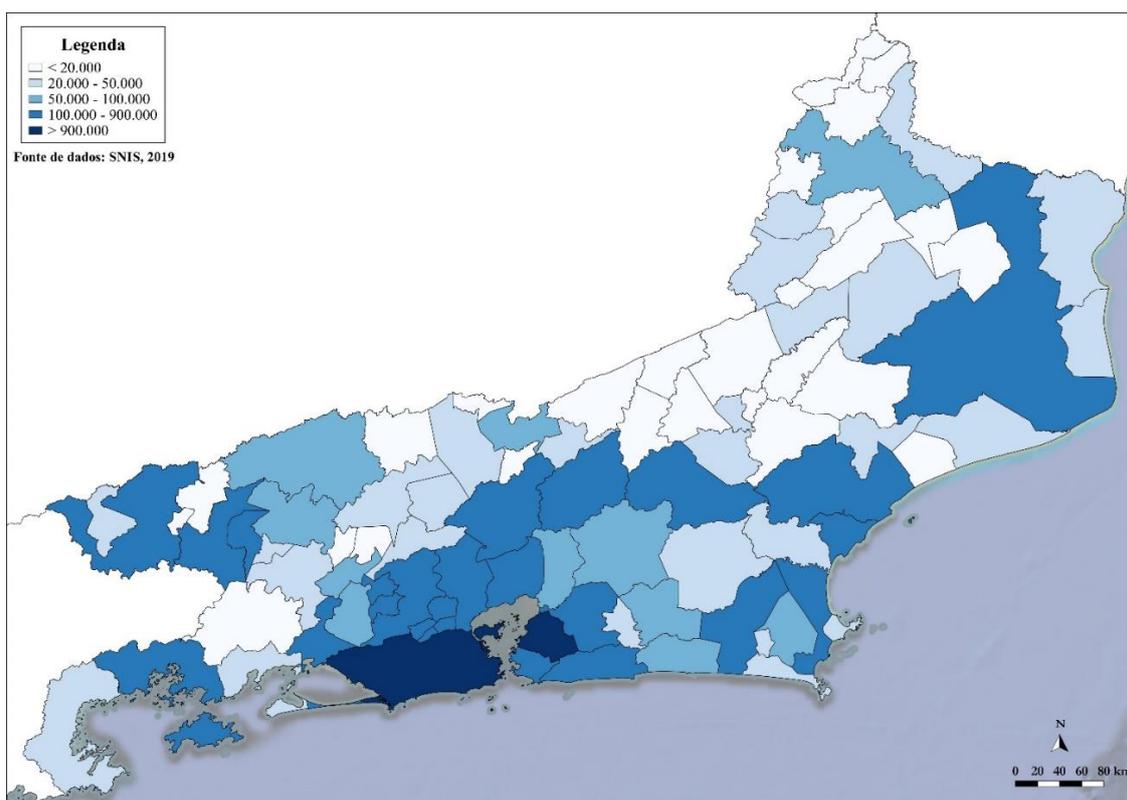
4. Caracterização da área de estudo

Para a aplicação deste trabalho, foi utilizada a área delimitada pelo estado do Rio de Janeiro. Ele possui 92 municípios, que se dividem em 8 regiões de governo, sendo elas: Região Noroeste Fluminense, Região Norte Fluminense, Região Serrana, Região das Baixadas Litorâneas, Região Metropolitana, Região Centro-Sul Fluminense, Região Médio Paraíba do Sul e Região Costa Verde (CEPERJ, 2014).

Junto a São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo, o estado compõe a Região Sudeste do Brasil. Segundo o último Diagnóstico de Água e Esgotos (SNIS, 2019), a Região Sudeste teve 78,6% de seu esgoto total coletado, e 91,3% de sua população abastecida com água para o ano de 2017, se destacando em relação às demais regiões do país. O estado, por outro lado, possui médias bem diferentes. Em 2017, por volta de 59% do esgoto do Rio de Janeiro foi coletado, e 84% da população foi abastecida com água.

Outro ponto que deve ser levado em consideração, é a distribuição da população dentro do território fluminense. Segundo o SNIS, para o ano de 2017, o estado possuía em torno de 16,7 milhões de pessoas, sendo aproximadamente 6,5 milhões residentes da cidade do Rio de Janeiro, demonstrando grande concentração na capital. O mapa da Figura 7 mostra a distribuição populacional no estado, segundo as faixas utilizadas usualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Figura 7 – Distribuição Populacional do Rio de Janeiro. Fonte: Elaboração Própria, 2019.



Quase a totalidade destas 16,7 milhões de pessoas está nas cidades. Aproximadamente 96% do total de habitantes do estado é constituído pela população urbana (SNIS, 2019). Além disso, o estado possui, com base nos dados do último censo do IBGE (2010), um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) igual a 0,761, situando a Unidade Federativa na faixa de Desenvolvimento Humano classificado como Alto (IDH entre 0,700 e 0,799) (PNUD, 2014). Este índice considera renda, longevidade da população e educação. Sendo assim, o valor atribuído a ele pode revelar ou não uma vulnerabilidade social do estado ao qual estiver se referindo. Logo, para o Rio de Janeiro, o índice traduz uma baixa vulnerabilidade da população em média. Entretanto, como tem sido discutido neste trabalho, deve-se olhar para as diferentes particularidades do território, e uma forma disso ser feito é descentralizando a gestão.

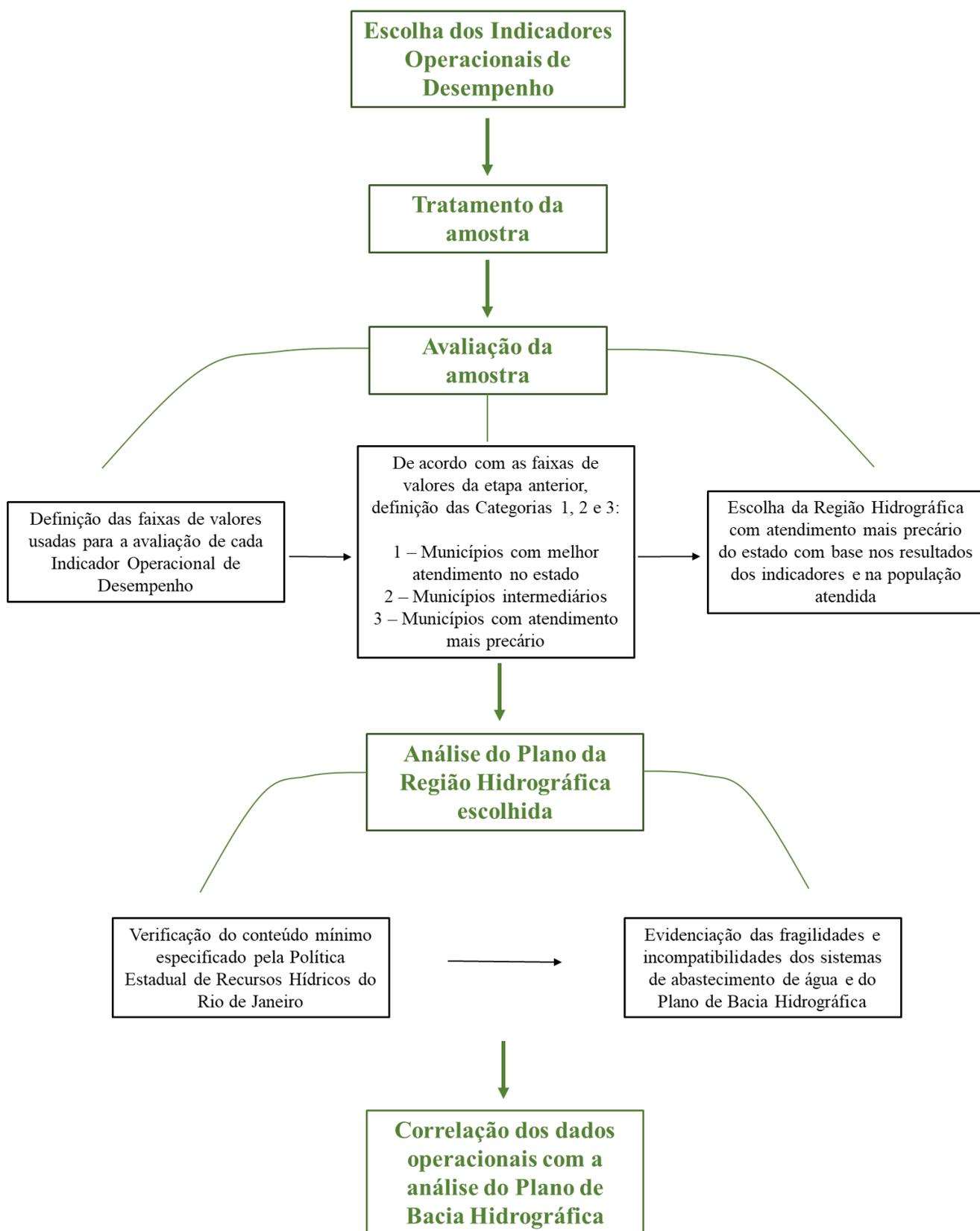
No estado do Rio de Janeiro, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) que tem, entre outras funções, a responsabilidade de executar as políticas estaduais de recursos hídricos, foi estruturado para atuar de forma descentralizada no território, com base na divisão hidrográfica do estado, mencionada no tópico 3.2.1 do capítulo 3. Suas Superintendências Regionais têm como área de abrangência a Região Hidrográfica correspondente (Figura 3), atuando próximo aos Comitês de Bacia.

Para o presente trabalho, como já colocado, será utilizado o recorte de Regiões Hidrográficas do estado. Espera-se que, com a metodologia proposta, seja possível verificar se o planejamento das bacias está sendo realizado de forma correta e condizente com as demandas dos serviços de abastecimento de água de seu território.

5. Metodologia

Neste capítulo, serão descritos os passos realizados para a aplicação da metodologia proposta, a fim de que os objetivos expostos ao início deste trabalho possam ser alcançados. A Figura 8 mostra o fluxograma de todas as etapas realizadas para que a metodologia pudesse ser satisfeita e os tópicos de 5.1 até 5.4 explicam com detalhes cada uma dessas etapas.

Figura 8 - Fluxograma das etapas da metodologia.



5.1. Escolha dos Indicadores Operacionais de Desempenho

Como foi apresentado no capítulo 3, os indicadores operacionais se constituem em uma ferramenta de auxílio nas tomadas de decisão, no controle social e no acompanhamento da qualidade dos serviços de saneamento. No âmbito deste estudo, foram utilizados quatro indicadores operacionais da base de dados do SNIS a fim de avaliar a qualidade do serviço de abastecimento de água no estado do Rio de Janeiro. Vale ressaltar que o foco do trabalho não inclui a qualidade da água aduzida, mas sim a qualidade do serviço prestado para que a água chegue até seu destino. A Tabela 2 mostra os indicadores selecionados.

Tabela 2 - Indicadores operacionais de água adotados na pesquisa. Fonte: SNIS, 2019.

Indicador	Código SNIS	Forma de Cálculo	Unidade
Índice de Atendimento Urbano de Água	IN023	$\frac{\text{população urbana atendida}}{\text{população urbana residente}} \times 100$	percentual
Índice de Micromedição relativo ao Consumo	IN044	$\frac{\text{Volume de água micromedido}}{\text{Volume consumido} - \text{Volume exportado}} \times 100$	percentual
Índice de Perdas na Distribuição	IN049	$\frac{\text{Volume produzido} + \text{volume importado} - (\text{consumo} + \text{serviço})}{\text{Volume produzido} + \text{volume importado} - \text{serviço}} \times 100$	percentual
Índice de Perdas no Faturamento	IN013	$\frac{\text{Volume produzido} + \text{volume importado} - (\text{volume faturado} + \text{serviço})}{\text{Volume produzido} + \text{volume importado} - \text{serviço}} \times 100$	percentual

A escolha foi feita observando, na base de dados do SNIS, os indicadores que poderiam sintetizar melhor a qualidade do funcionamento dos sistemas de abastecimento de água. O raciocínio para esta seleção foi a de incluir indicadores que pudessem apresentar a existência ou não de rede e a eficiência dos sistemas em termos de qualidade da infraestrutura existente.

Para indicar a existência de rede de abastecimento, foi utilizado o índice de abastecimento urbano de água (IN023), desconsiderando, assim, o meio rural. A escolha de fazer a análise apenas no meio urbano deve-se ao fato de que os indicadores do SNIS são comumente definidos para locais onde há rede, não se aplicando a soluções individuais, que são mais comuns em regiões rurais.

Já a qualidade do funcionamento do sistema existente foi avaliada com base no índice de micromedição relativo ao consumo (IN044), e nos índices de perdas na distribuição (IN049) e no faturamento (IN013).

O IN044 apresenta todo o volume de água consumido que de fato está sendo micromedido. Sendo assim, o baixo percentual para este indicador pode indicar, entre outros fatores, consumos clandestinos (fraudes) ou parques de hidrômetros velhos, sem calibração e com problemas na medição. Optou-se por esse indicador frente a outros similares (índice de hidrometração e índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado), por ser entendido que a presença de hidrômetro não pressupõe micromedição, visto que há a possibilidade do mau funcionamento do aparelho e por ser foco do trabalho o volume de água consumido.

Por fim, os indicadores IN049 e IN013 indicam as perdas do sistema. Sobre este último índice, deve-se salientar que, apesar de ser expresso em percentual, são admitidos valores abaixo de zero. Como pode ser observado na Tabela 2, o índice de perdas no faturamento indica todo o volume de água disponibilizado para consumo que não foi faturado. Este volume pode indicar, na maioria dos casos, perdas no sistema ou consumo autorizado não-faturado. No entanto, existem situações em que o prestador poderá cobrar mais do que de fato foi consumido, gerando um valor negativo. Isso pode acontecer, por exemplo, em cidades com muitos imóveis desocupados, em que a taxa mínima é cobrada por uma água que não está sendo consumida. Outro fator que pode influenciar neste resultado, é a falta de hidrometração do consumo real da população, que pode gerar cobranças a mais ou a menos por parte dos prestadores.

Deve-se evidenciar, entretanto, que os indicadores IN049 e IN013 possuem limitações. Por serem indicadores percentuais, na comparação entre dois sistemas de abastecimento

distintos, que apresentam um mesmo volume de água perdido, poderão ocorrer divergências nos valores devido a características específicas dos sistemas, tais como: tipo de consumidor predominante no sistema (comercial, industrial ou residencial), consumos *per capita*, existência de intermitência de água, entre outras (TSUTIYA, 2006). No entanto, apesar de serem indicadores mais simplificados, ainda traduzem características importantes sobre o sistema, sem exigir informações complexas sobre o mesmo.

O indicador IN049 traz uma ideia do funcionamento do sistema por meio da relação entre o volume de água perdido e o volume de água disponibilizado. É notório problemas em sistemas que possuem, por exemplo, mais de 50% de perdas na distribuição. Já o indicador IN013 aponta fragilidades na saúde financeira do prestador de serviços. Elevados valores para esse indicador podem traduzir maiores tarifas repassadas à população. Sendo assim, os indicadores IN049 e IN013 serão usados neste trabalho, tendo em vista as ressalvas apresentadas.

5.2. Tratamento da Amostra

Para a execução da metodologia proposta, foram utilizados os resultados da última publicação do SNIS (2019), que tem como ano-base 2017. Inicialmente, foi verificado se havia valores inconsistentes na amostra (*outliers*), incorretos, ou ainda municípios sem informação. Para o conjunto de indicadores escolhidos, foram analisados os seguintes critérios:

- I. Salvo o indicador ‘índice de perdas no faturamento’, todos os indicadores deveriam ter seus valores acima de 0;
- II. Nenhum indicador poderia estar acima de 100;
- III. O indicador ‘índice de perdas na distribuição’ não poderia ser zero, visto que há um limite técnico para perdas inevitáveis, não existindo sistemas sem perdas.

Foi verificado que todos os valores atendiam aos critérios exigidos. Contudo, seis municípios não apresentavam dados para o ano de 2017 e foram desconsiderados deste estudo, a saber: Carmo, Comendador Levy Gasparian, Conceição de Macabu, Mendes, Rio das Flores e São José do Vale. Sendo assim, a amostra contou com o total de 86 municípios.

Para que os resultados pudessem ser melhor avaliados, dividiu-se a amostra por estrato populacional segundo a Política Nacional de Assistência Social (PNAS), que se baseia

nas faixas utilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A Tabela 3 apresenta os estratos populacionais propostos.

Tabela 3 - Estratos Populacionais. Fonte: PNAS, 2004.

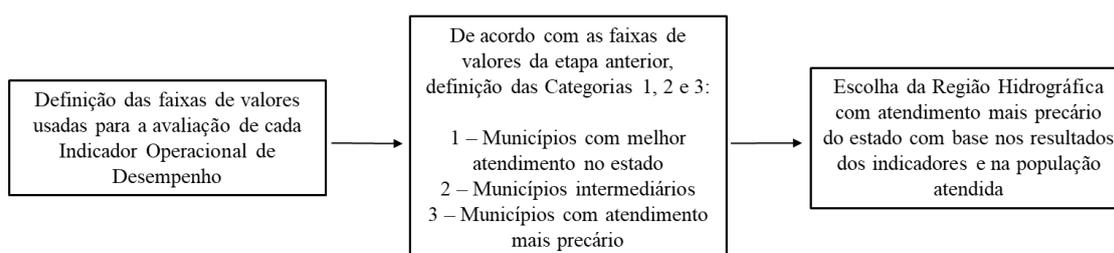
Estrato Populacional	Porte do Município
até 20 mil habitantes	Pequeno Porte 1
20 mil a 50 mil habitantes	Pequeno Porte 2
50 mil a 100 mil habitantes	Médio Porte
100 mil a 900 mil habitantes	Grande Porte
> 900 mil habitantes	Metrópole

A Política explicita algumas características sociais e de organização dos diferentes portes municipais, mostrando a relevância desta divisão. A PNAS destaca a alta taxa de urbanização dos municípios de médio e grande portes, além das metrópoles. Devido a esta característica, os municípios de maior porte têm mais facilidade na implementação de redes em seus espaços. No entanto, a elevada quantidade de pessoas também aumenta a possibilidade de fraudes, elevando as perdas nos sistemas de distribuição. Já os municípios classificados como de pequeno porte (com até 50 mil habitantes) possuem maior dispersão de seus indivíduos no espaço. Esta característica dificulta a construção de redes de abastecimento, sendo mais comum a adoção de soluções individuais.

5.3. Avaliação da amostra

Até este ponto, os indicadores foram escolhidos e a amostra contendo os municípios e seus respectivos índices foi tratada. Para a avaliação destes municípios, foi realizada uma análise multicritério que considerou os 4 indicadores escolhidos. Como será mostrado nos resultados, para todos os indicadores, foi feita uma série histórica que vai de 2013 a 2017. No entanto, a metodologia foi aplicada apenas para o ano de 2017, último ano base disponível no SNIS. As etapas da avaliação da amostra, mostradas na Figura 8, foram resumidas na Figura 9 que segue:

Figura 9 – Avaliação da amostra



A definição das faixas foi feita utilizando um determinado critério para os indicadores IN023 (índice de atendimento urbano de água) e IN044 (índice de micromedição em relação ao consumo) e outro critério para os indicadores IN049 (índice de perdas na distribuição) e IN013 (índice de perdas no faturamento), como será apresentado a seguir. Para o índice de atendimento urbano de água (IN023) e para o índice de micromedição em relação ao consumo (IN044), foram utilizadas como critério as faixas de avaliação (quatro faixas) utilizadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (2014), apresentadas a seguir:

Faixa 1: igual ou maior que 90%

Faixa 2: entre 80% e 90%

Faixa 3: entre 70% e 80%

Faixa 4: menores que 70%

Como pode ser observado, as faixas apresentadas são concentradas em valores mais elevados (próximos de 100%), o que é muito representativo para a avaliação do estado, visto que a maior parte dos municípios do Rio de Janeiro possui alto índice de abastecimento de água e de micromedição em relação ao consumo, como pôde ser observado na série histórica do Sistema de Informações sobre Saneamento (SNIS) que será apresentada nos resultados.

Para os outros dois indicadores (IN049 e IN013), outro critério foi utilizado. Conforme foi verificado no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos do SNIS (2019), a faixa para determinar os melhores resultados do país para o índice de perdas na distribuição fica entre 0% e 20%. Para esta avaliação, esta faixa foi utilizada como o ideal a ser alcançado tanto para as perdas na distribuição, quanto para as perdas no faturamento.

Como ressaltado anteriormente, a região Sudeste teve algum destaque em relação às demais regiões do Brasil em termos de saneamento. No entanto, seus indicadores de perdas estão longe do ideal. Ainda assim, a média do Rio de Janeiro encontra-se longe da média da região geográfica em que se encontra. A Tabela 4 apresenta as médias do estado e do Sudeste para os índices de perdas na distribuição e no faturamento.

Tabela 4 - Médias do Rio de Janeiro e Sudeste para os índices de perdas na distribuição e no faturamento. Fonte: SNIS, 2019.

	IN049 - Índice de Perdas na Distribuição	IN013 - Índice de Perdas no Faturamento
Rio de Janeiro	36,3%	42,4%
Sudeste	27,9%	26,1%

Com base no exposto, as faixas utilizadas (quatro faixas) na avaliação dos índices de perdas na distribuição (IN049) e no faturamento (IN013) seguiram os seguintes critérios:

Faixa 1: até 20% - faixa ideal.

Faixa 2: de 20% até a média do Sudeste – o que seria esperado para os municípios dos estados que se encontram dentro da região Sudeste.

Faixa 3: da média do Sudeste até a média do Rio de Janeiro – o que seria esperado para os municípios do Rio de Janeiro.

Faixa 4: acima da média do Rio de Janeiro – municípios que se encontram com valores tão elevados, que estes estão acima da própria média do estado.

Tendo em vista todos os pontos levantados, deve-se destacar que as faixas estabelecidas para a avaliação do estado tiveram dois objetivos principais: mostrar se o Rio de Janeiro possui municípios com bons índices e definir as regiões prioritárias e mais problemáticas em termos de abastecimento de água no estado. A Tabela 5 resume as faixas utilizadas para cada indicador.

Tabela 5 - Faixas de avaliação dos indicadores escolhidos para a aplicação da metodologia.

	IN023 - Índice de Atendimento Urbano de Água	IN044- Índice de Micromedição relativo ao Consumo	IN049 - Índice de Perdas na Distribuição	IN013 - Índice de Perdas no Faturamento
Faixa 1	> 90%	> 90%	< 20%	< 20%
Faixa 2	80% a 90%	80% a 90%	20% a 27,9%	20% a 26,1%
Faixa 3	70% a 80%	70% a 80%	27,9% a 36,3%	26,1% a 42,4%
Faixa 4	< 70%	< 70%	> 36,3%	> 42,4%

Como é percebido, a faixa de número 1 indica os melhores valores e a faixa de número 4, os piores. Utilizando estas faixas, foram avaliados, inicialmente, cada um dos indicadores separadamente. Depois, com base nas faixas determinadas, os municípios foram agrupados em 3 diferentes categorias, apresentadas na Tabela 6 e descritas posteriormente.

Tabela 6 - Categorias de Avaliação.

Categoria 1	Melhores Resultados
Categoria 2	Resultados Intermediários
Categoria 3	Piores Resultados

Categoria 1: Municípios em que todos os indicadores tiveram seus valores dentro da Faixa 1.

Esta categoria abrange todos os municípios que possuem indicadores com valores dentro do que é esperado para o sistema de abastecimento de água: baixo índice de perdas na distribuição e no faturamento, e alta cobertura dos serviços com controle do sistema através de medição.

Categoria 2: Municípios que não atenderam aos requisitos das demais categoria.

Esta categoria abrange os municípios que não representam nem os melhores, nem os casos mais preocupantes do estado. É uma categoria intermediária. Nela, foram classificados os municípios que:

- a) Tivessem pelo menos um de seus indicadores dentro das faixas intermediárias (Faixa 2 e Faixa 3) enquanto os demais indicadores estivessem dentro da Faixa 1.
- b) Tivessem pelo menos o indicador IN044, IN049 ou IN013 dentro das faixas intermediárias enquanto os demais indicadores (exceto o indicador IN023) estivessem dentro da Faixa 4.
- c) Tivessem todos os seus indicadores dentro das faixas intermediárias.

Categoria 3: Municípios que possuam ao menos os indicadores IN044, IN049 e IN013 dentro da Faixa 4, independente do resultado do indicador IN023. Ou municípios que possuam ao menos o indicador IN023 dentro da Faixa 4, independentemente dos resultados dos demais indicadores.

Estes critérios garantiram que os municípios avaliados como “Categoria 3” incluíssem aqueles municípios com serviços de menor qualidade em relação ao resto do estado, mesmo que tivessem uma parcela considerável de sua população sendo atendida, ou aqueles com serviços de qualidade razoável, mas que apenas uma parcela pequena da população tivesse acesso.

Com estes resultados, foi gerado um mapa que indica a localização dos municípios agrupados em cada uma das categorias, e a qual Região Hidrográfica este município pertence. Esta visão espacial dos resultados auxiliou a segunda parte do trabalho, em que o planejamento das Regiões Hidrográficas do Rio de Janeiro pôde ser avaliado.

Foi escolhida a Região Hidrográfica com os resultados mais precários para análise do plano de bacia. Esta escolha foi feita baseando-se na localização dos municípios pertencentes à Categoria 3 (piores resultados) e na população atendida desses municípios. Ou seja, caso existisse mais de uma Região Hidrográfica com municípios na Categoria 3, optou-se por aquela com municípios de maior porte (com mais habitantes).

5.4. Análise do Plano da Região Hidrográfica Escolhida

A escolha da Região Hidrográfica para análise foi feita segundo descrito no tópico anterior (5.3). As etapas da avaliação da amostra, mostradas na Figura 8, foram resumidas na Figura 10 que segue:

Figura 10 – Etapas da análise do Plano da Região Hidrográfica escolhida.



Com estes itens, buscou-se verificar se o Plano seguia a legislação e se o conteúdo sobre os sistemas de abastecimento de água apresentava boa qualidade, além de identificar as características e fragilidades dos sistemas de abastecimento da Região Hidrográfica escolhida.

Os planos de bacias costumam ter produtos intermediários que precedem o documento final. Neste trabalho, estes produtos serão utilizados na análise do plano em sua totalidade.

Por fim, foi realizada uma correlação entre os resultados obtidos na avaliação dos indicadores e os resultados da análise do plano.

6. Resultados e Discussão

O capítulo que segue traz os resultados obtidos com a utilização da metodologia proposta no capítulo anterior, além de discussões acerca dos mesmos. Ele inicia caracterizando a amostra e detalhando a quantidade de municípios por estrato populacional (tópico 6.1).

Os cinco tópicos seguintes apresentam os resultados obtidos pelos municípios, levando em conta os estratos populacionais especificados na Política Nacional de Assistência Social (PNAS). Para essa parte do capítulo, foram apresentadas, inicialmente, as avaliações por indicador seguindo a ordem: IN023 (tópico 6.2), IN044 (tópico 6.3), IN049 (tópico 6.4) e IN013 (tópico 6.5). Após esta avaliação separada dos indicadores, foi apresentada, no tópico 6.6, a análise multicritério, considerando as Categorias de 1 a 3 descritas na metodologia.

Com base nos resultados encontrados, foi então escolhida a Região Hidrográfica para a análise do Plano (tópico 6.7) e para a correlação com os resultados dos indicadores (tópico 6.8).

Por fim, foram feitas pequenas sugestões aos serviços de abastecimento do estado e ao Comitê de Bacias da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (tópico 6.9) baseadas nos resultados encontrados.

6.1. Caracterização da amostra

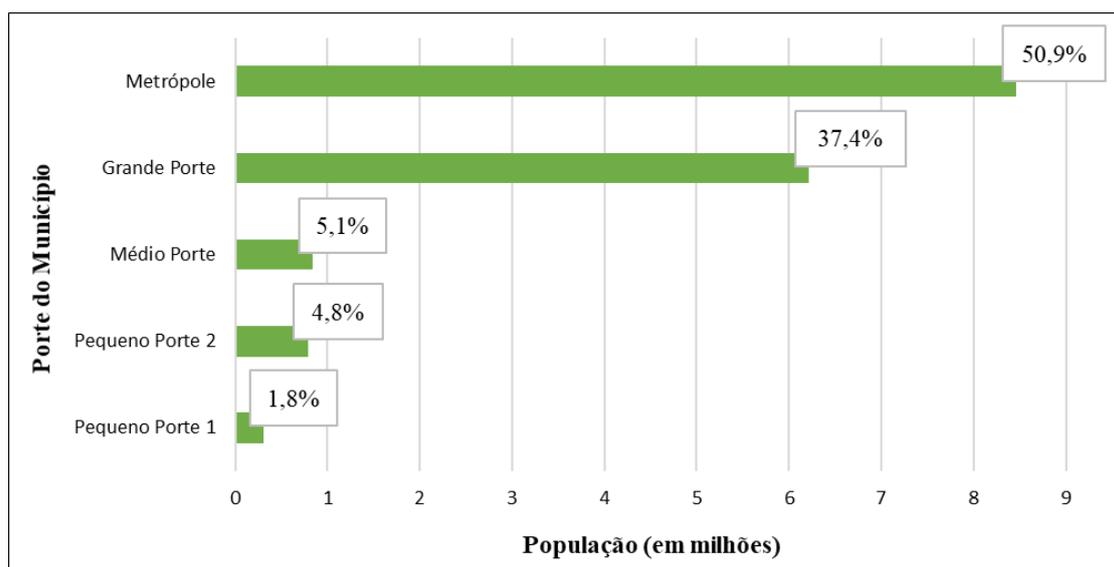
Na Tabela 7, é apresentada a quantidade de municípios da amostra que se enquadra em cada um dos estratos populacionais mostrados na Tabela 3.

Tabela 7 - Quantidade de Municípios para cada estrato populacional. Fonte: Elaboração própria, 2019.

Estrato Populacional	Porte	Quantidade de Municípios
até 20 mil habitantes	Pequeno Porte 1	23
20 mil a 50 mil habitantes	Pequeno Porte 2	25
50 mil a 100 mil habitantes	Médio Porte	11
100 mil a 900 mil habitantes	Grande Porte	24
> 900 mil habitantes	Metrópole	3
Total		86

Como pode ser observado, apenas 3 municípios foram classificados como metrópole. São eles: Rio de Janeiro, São Gonçalo e Duque de Caxias. Vale destacar que Duque de Caxias possui população igual a 890.997 habitantes (SNIS, 2019), estando abaixo de 900 mil, o que classificaria esta cidade como de grande porte, mas não uma metrópole. No entanto, optou-se por incluí-la nesta classificação (metrópole), por possuir uma população muito próxima de 900 mil, distribuída em um território extenso e com muita desigualdade, por concentrar um polo industrial influente e importante para a estado e por representar, junto com Rio de Janeiro e São Gonçalo, cerca de 51% de toda a população do estado (Figura 11), fazendo com que suas características se aproximassem mais de uma metrópole.

Figura 11 - População total por porte municipal. Fonte: SNIS, 2019.



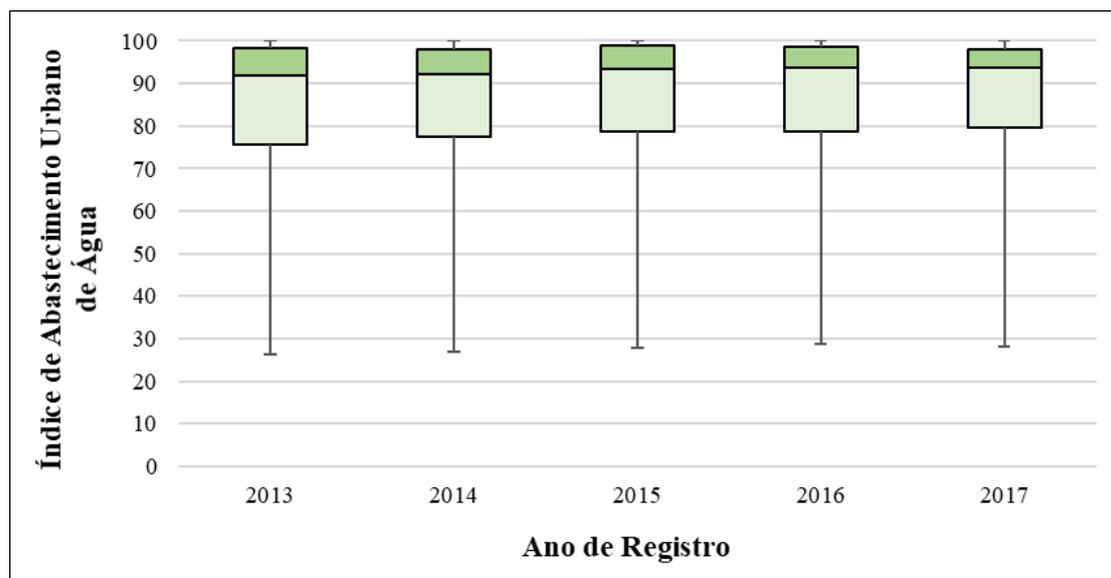
Apesar de serem apenas 3 municípios, o gráfico da Figura 11 deixa evidente que mais da metade (50,9%) da população do estado está concentrada nessas cidades, demonstrando que o mau funcionamento dos sistemas de abastecimento de água nos municípios de Duque de Caxias, Rio de Janeiro e São Gonçalo causam impacto em um elevado número de pessoas.

Apesar do foco do trabalho não ser nos prestadores de serviços, é importante destacar que, no estado, existem 20 companhias que prestam serviços de abastecimento de água, sendo 10 empresas privadas, 9 prestadores locais e uma empresa regional (Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – CEDAE). Ficará como recomendação (capítulo 8) o aprofundamento na questão dos prestadores de serviços.

6.2. Indicador IN023 – Índice de Abastecimento Urbano de Água

A avaliação deste indicador torna possível entender em quais regiões do estado há rede de distribuição de água e em quais não há. O gráfico da Figura 12 mostra a evolução do indicador para a amostra entre os anos de 2013 e 2017.

Figura 12 - Evolução do Índice de Abastecimento Urbano de Água entre os anos de 2013 e 2017 no estado do Rio de Janeiro. Fonte: SNIS (2015 a 2019).



Os valores do índice de abastecimento urbano de água observados para o estado são altos e tiveram uma leve melhora de seu valor médio entre os anos de 2013 e 2017 (1,9% de acréscimo). É notável que os índices se concentram entre 80% e 100% em todos os anos da série histórica.

O menor valor registrado para a amostra no ano de 2017 é 28,2%, do município de Carapebus. Este município obteve o pior índice de abastecimento urbano de água do estado do Rio de Janeiro nos últimos dois anos-base do SNIS (2016 e 2017). Nos demais anos da série histórica (2013, 2014 e 2015), o município com menor índice de abastecimento urbano de água foi Trajano de Moraes. Ambos municípios com menos de 20 mil habitantes.

Já o maior valor registrado para todos os anos foi 100%. Os municípios que obtiveram este índice no ano de 2017 são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Municípios com índice de abastecimento urbano igual a 100% no ano de 2017. Fonte: SNIS, 2019.

Municípios	Porte
Campos dos Goytacazes	Grande Porte
Niterói	Grande Porte
Nova Friburgo	Grande Porte
Resende	Grande Porte
Volta Redonda	Grande Porte
Barra do Pirai	Médio Porte
Santo Antônio de Pádua	Pequeno Porte 2
Areal	Pequeno Porte 1

Entre os municípios apresentados na Tabela 8, Areal, Campos dos Goytacazes, Niterói, Resende e Volta Redonda são os que obtiveram índice de abastecimento urbano de água igual a 100% em todos os anos da série histórica.

6.2.1. Avaliação do indicador IN023 com a aplicação das faixas definidas pela metodologia

A Tabela 9 resume a quantidade de municípios por porte municipal em cada faixa de avaliação definida na metodologia para o indicador IN023. Ressalta-se que a metodologia foi aplicada apenas para o ano de 2017.

Tabela 9 - Quantidade de municípios por faixa de avaliação e por porte municipal do indicador IN023 – Índice de Abastecimento Urbano de Água.

		Quantidade Total de Municípios	Pequeno Porte 1	Pequeno Porte 2	Médio Porte	Grande Porte	Metrópole
Faixa 1	acima de 90%	47	8	18	5	15	1
Faixa 2	de 80% a 90%	16	4	2	4	4	2
Faixa 3	de 70% a 80%	12	3	3	2	4	0
Faixa 4	abaixo de 70%	11	8	2	0	1	0

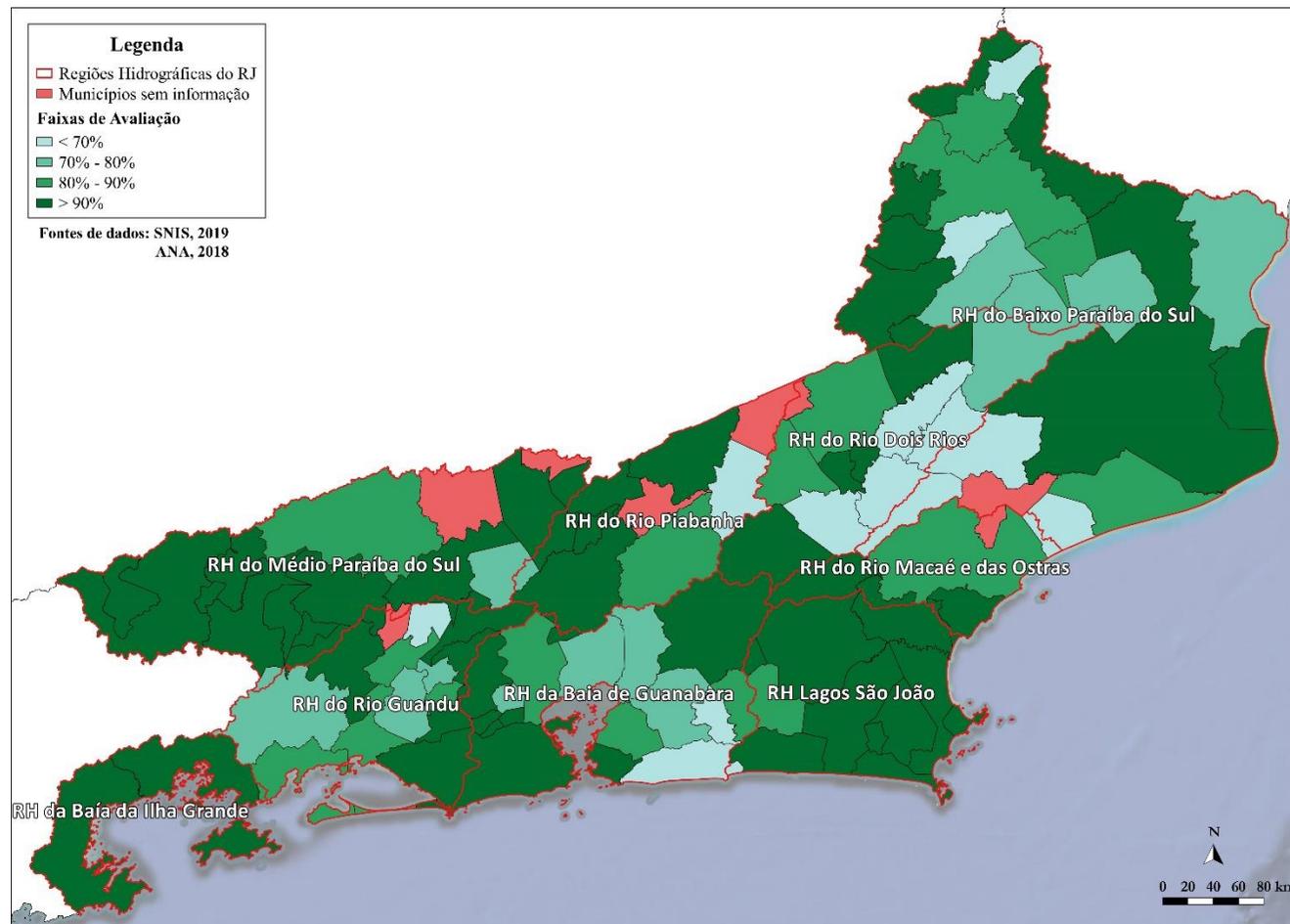
Percebe-se, inicialmente, que a faixa de valores que possui mais municípios é a Faixa 1 (maior que 90%). Como comentado para a série histórica, o estado possui índices de abastecimento urbano de fato altos. Nota-se que dos 86 municípios da amostra, 63 possuem mais de 80% de abastecimento. Todos os três municípios classificados como metrópoles possuem índice de abastecimento urbano de água maior que 80%: São Gonçalo (83,7%), Duque de Caxias (86,6%) e Rio de Janeiro (99,2%).

No entanto, apesar de não ser escopo do trabalho, é necessário destacar que a presença de rede não pressupõe regularidade no abastecimento. Em muitas localidades, há rede, mas a água não chega ou o sistema apresenta intermitências. Um exemplo dessa realidade é o município de Duque de Caxias. Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Duque de Caxias - PMSB DC (DUQUE DE CAXIAS, 2017), apesar de haver rede de abastecimento, o município conta com mananciais em estado de degradação e falta de regularidade na prestação do serviço.

Com esta ressalva, de modo geral, verificou-se que os índices de abastecimento de água são bem altos e não há diferença significativa entre os portes municipais. O resultado mostrou que na maior parte do estado há rede de abastecimento. No entanto, entre os poucos municípios com menos de 70% de atendimento (11 municípios), a quase totalidade (10 municípios) é constituída por municípios com menos de 50 mil habitantes. Além disso, desses municípios, dois possuem menos de 30% de abastecimento: Carapebus, já citado anteriormente, e Sumidouro (29,5%). Os dois com menos de 20 mil habitantes. É notado que os poucos lugares do estado que ainda não possuem rede são aqueles com populações menores.

O mapa da Figura 13 mostra a distribuição dos municípios na área que corresponde ao estado do Rio de Janeiro, separados por cores que indicam as faixas de avaliação utilizadas para o indicador IN023.

Figura 13 - Avaliação do indicador IN023 – Índice de Abastecimento Urbano de Água. Fonte: Elaboração própria, 2019.



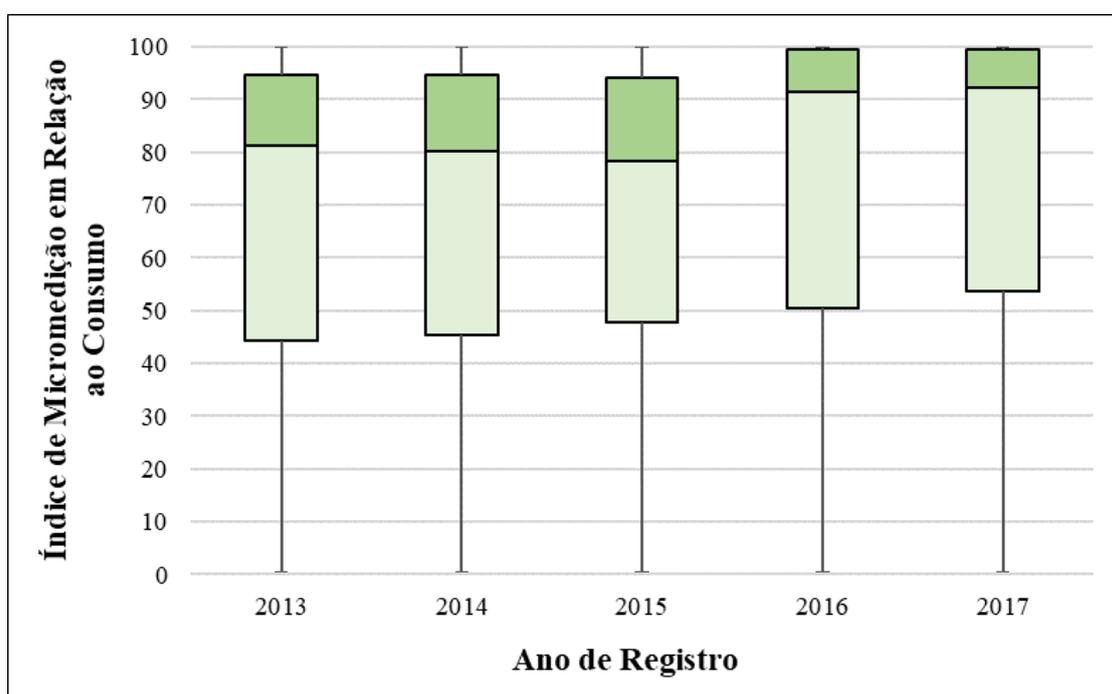
No mapa, as cores mais escuras representam as áreas com melhores resultados, e a região em vermelho indica os municípios sem informação para o ano de 2017. Observa-se que as Regiões Hidrográficas de Lagos São João e Baía de Ilha Grande possuem melhores índices em relação às demais.

Além disso, nota-se que a região de divisa entre as Regiões Hidrográficas de Dois Rios e do Baixo Paraíba do Sul possui um índice de abastecimento menor em relação ao restante do estado. Esta é uma região com municípios de áreas extensas e poucos habitantes, revelando um espaço com características mais rurais.

6.3. Indicador IN044 – Índice de Micromedição em relação ao Consumo

Com os resultados deste indicador é possível saber o quanto do volume de água consumido está sendo micromedido. O controle deste consumo diminui consideravelmente o índice de perdas no faturamento e ajuda na identificação de perdas na distribuição. No entanto, deve-se lembrar que o consumo autorizado não-faturado pode ou não ser micromedido, e ainda assim não configura perda. O gráfico da Figura 14 mostra a evolução do indicador para a amostra entre os anos de 2013 e 2017.

Figura 14 - Evolução do Índice de Micromedição em relação ao Consumo entre os anos de 2013 e 2017 no estado do Rio de Janeiro. Fontes: SNIS (2015 a 2019).



É observado que, para este indicador, os valores possuem grande discrepância na amostra durante toda a série histórica. Além disso, o valor médio, para o índice de micromedição em relação ao consumo, aumentou cerca de 11% nesses 5 anos, sendo perceptível uma elevada diferença entre os anos de 2015 e 2016.

Para o ano de 2017, dois municípios possuem 0% de índice de micromedição em relação ao consumo: Três Rios (Médio Porte) e Itatiaia (Pequeno Porte 2). No entanto, foi observado que, nos demais anos, Três Rios obteve índices muito diferentes de 0%, podendo indicar que o registro do ano de 2017 foi um erro da coleta de dados. Já Itatiaia de fato obteve 0% de micromedição em relação ao consumo em todos os anos da série histórica.

6.3.1. Avaliação do indicador IN044 com a aplicação das faixas definidas pela metodologia

A Tabela 10 resume a quantidade de municípios por porte municipal pertencentes a cada faixa de avaliação definida na metodologia para o indicador IN044.

Tabela 10 - Quantidade de municípios por faixa de avaliação e por porte municipal do indicador IN044 - Índice de Micromedição em relação ao consumo.

		Quantidade Total de municípios	Pequeno Porte 1	Pequeno Porte 2	Médio Porte	Grande Porte	Metrópole
Faixa 1	acima de 90%	47	16	17	4	10	0
Faixa 2	de 80% a 90%	5	3	2	0	0	0
Faixa 3	de 70% a 80%	5	1	1	2	1	0
Faixa 4	abaixo de 70%	29	3	5	5	13	3

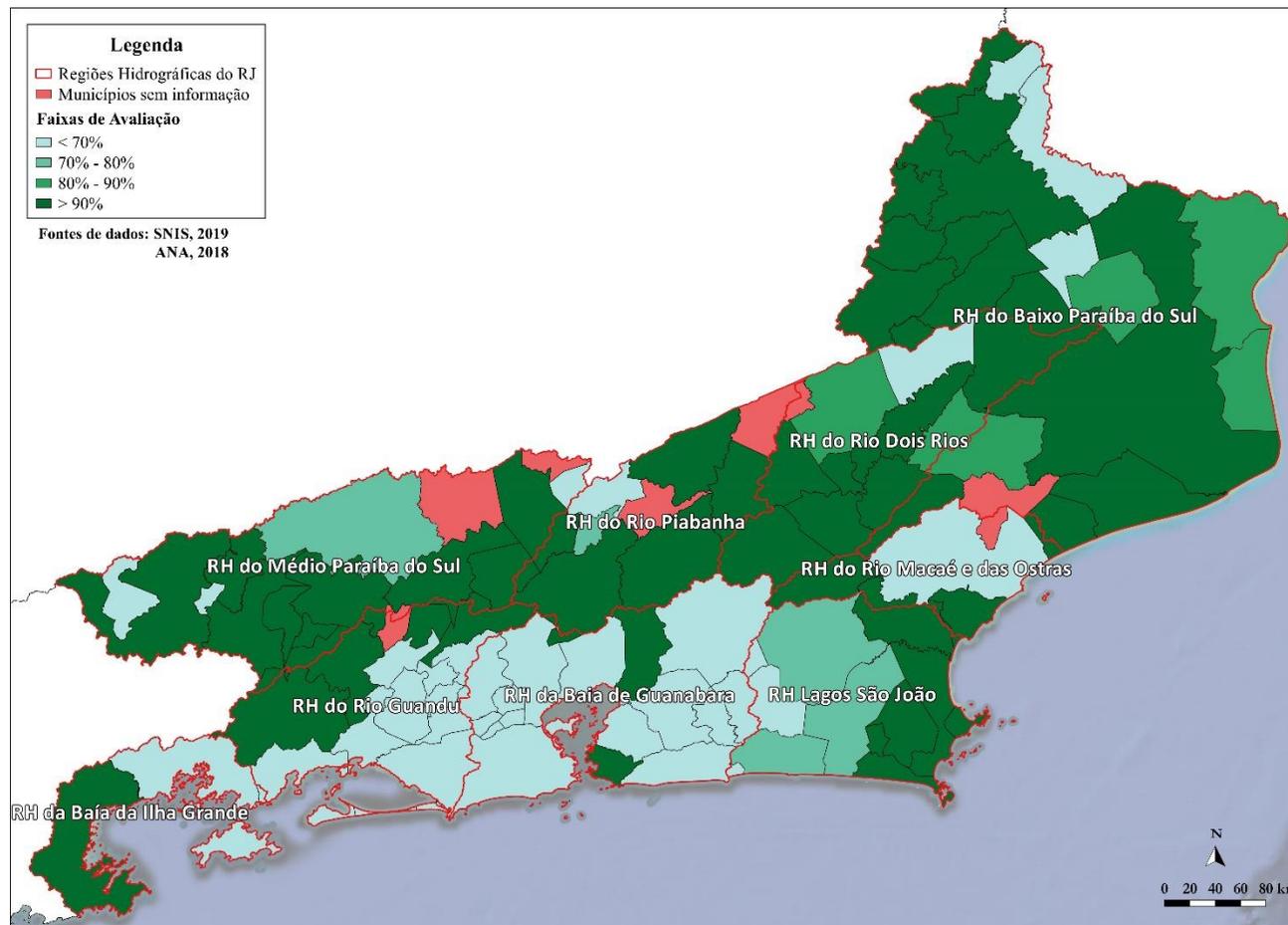
Foi observado que 33 dos 47 municípios com mais de 90% de micromedição possuem menos de 50 mil habitantes. Além disso, 6 municípios possuem 100% de micromedição em relação ao consumo: Bom Jardim (Pequeno Porte 2), Guapimirim (Médio Porte), Macuco (Pequeno Porte 1), Paraty (Pequeno Porte 2), Resende (Grande Porte) e Sumidouro (Pequeno Porte 1).

Quanto aos resultados obtidos para o indicador IN044, percebe-se que a maior parte do volume de água consumido está sendo micromedido. No entanto, é notável que entre os municípios de maior porte há menor índice de micromedição em relação ao consumo. Este fator pode ser associado ao não cadastro de novos usuários, a fraudes nos hidrômetros e a ligações clandestinas, fatores mais prováveis de acontecer em municípios maiores.

Dos 29 municípios com menos de 70% de micromedição, 13 são de grande porte. Além disso, 3 municípios apresentam menos de 1% de índice de micromedição em relação ao consumo: Três Rios (0%), Itatiaia (0%) e Porto Real (0,1%). Todas as metrópoles possuem menos de 70% de índice de micromedição em relação ao consumo: Duque de Caxias (35,03%), São Gonçalo (43,73%) e Rio de Janeiro (55,94%).

O mapa da Figura 15 mostra o resultado dos municípios para o indicador IN044.

Figura 15 – Avaliação do Indicador IN044 – Índice de micromedição em relação ao consumo. Fonte: Elaboração própria, 2019.



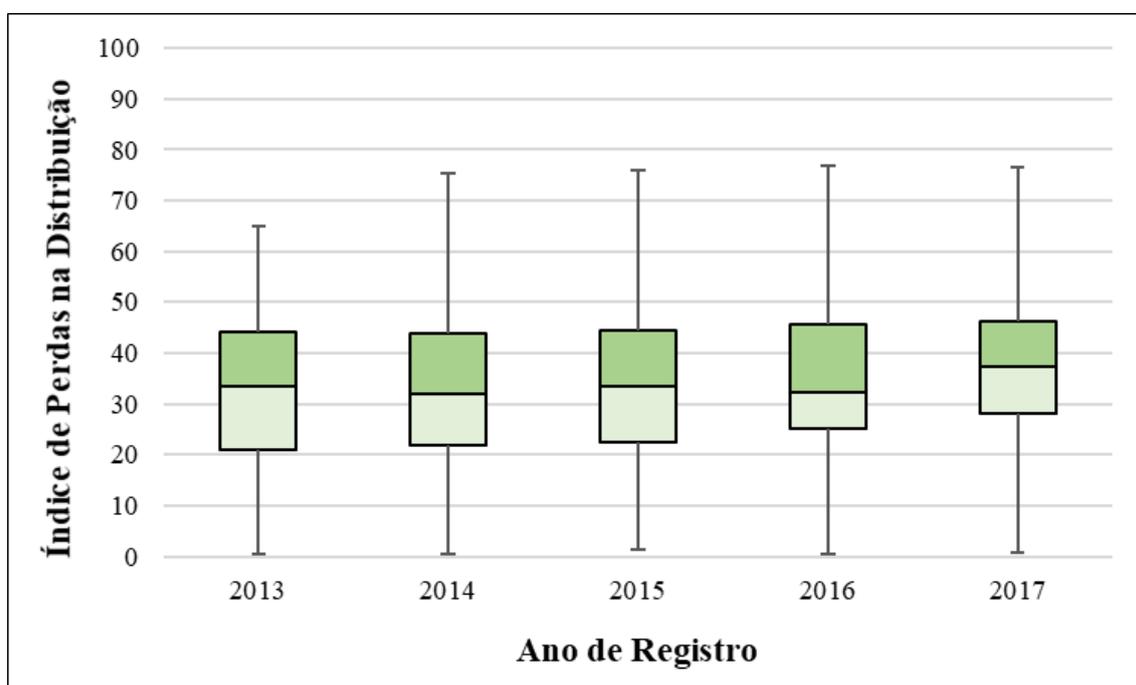
Como pode ser observado no mapa, a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara é a que possui mais municípios com valores baixos para os índices de micromedição em relação ao consumo. A Região Hidrográfica possui grande parte da região metropolitana do Rio de Janeiro e concentra a maior parte da população do estado. Em áreas como estas, existe maior dificuldade de controle por parte das companhias de saneamento, havendo maior possibilidade de existirem fraudes e ligações clandestinas, e gerando um consumo que não é micromedido.

Em contrapartida, percebem-se valores altos na região entre as Regiões Hidrográficas de Dois Rios e do Baixo Paraíba do Sul, indicando que apesar de existirem naqueles locais municípios com baixo índice de abastecimento, a população atendida está tendo o controle de seu consumo.

6.4. Indicador IN049 – Índice de Perdas na Distribuição

A avaliação deste indicador permite que se tenha uma ideia do controle de perdas nas redes de distribuição do estado. O gráfico da Figura 16 mostra a evolução do indicador para a amostra entre os anos de 2013 e 2017.

Figura 16 - Evolução do Índice de Perdas na Distribuição entre os anos de 2013 e 2017 no estado do Rio de Janeiro. Fontes: SNIS (2015 a 2019).



Para esse indicador, os valores estão bem concentrados por volta dos 34%. Entre os anos da série histórica, houve um acréscimo de um pouco menos de 4% no valor médio do estado, o que indica uma piora para este indicador.

O maior registro para 2017 é de Barra do Piraí, com 76,63%. O município teve o pior índice também para os anos de 2014 (75,26%), 2015 (75,89%) e 2016 (76,98%). No ano de 2013, apesar de não registrar o valor mais alto, seu índice de perdas também foi elevado, de 39,28%. Entretanto, percebe-se que, entre os anos de 2013 e 2014, houve um salto muito elevado no índice de perdas na distribuição. Segundo o Plano Municipal de Saneamento de Barra do Piraí (2014), no ano de 2012, o município ainda não possuía sistemas de medição para realizar o cálculo do índice de perdas. Além disso, de acordo com o SNIS (2019), o índice de micromedição em relação ao consumo do município passou de 32,47% em 2013 para 78,95% em 2014. Estes fatores podem justificar a diferença notável do indicador IN049 entre os anos de 2013 e 2014.

6.4.1. Avaliação do indicador IN049 com a aplicação das faixas definidas pela metodologia

A Tabela 11 resume a quantidade de municípios por porte municipal dentro de cada faixa de avaliação definida na metodologia para o indicador IN049.

Tabela 11 - Quantidade de municípios por faixa de avaliação e por porte municipal do indicador IN049 - Índice de Perdas na Distribuição.

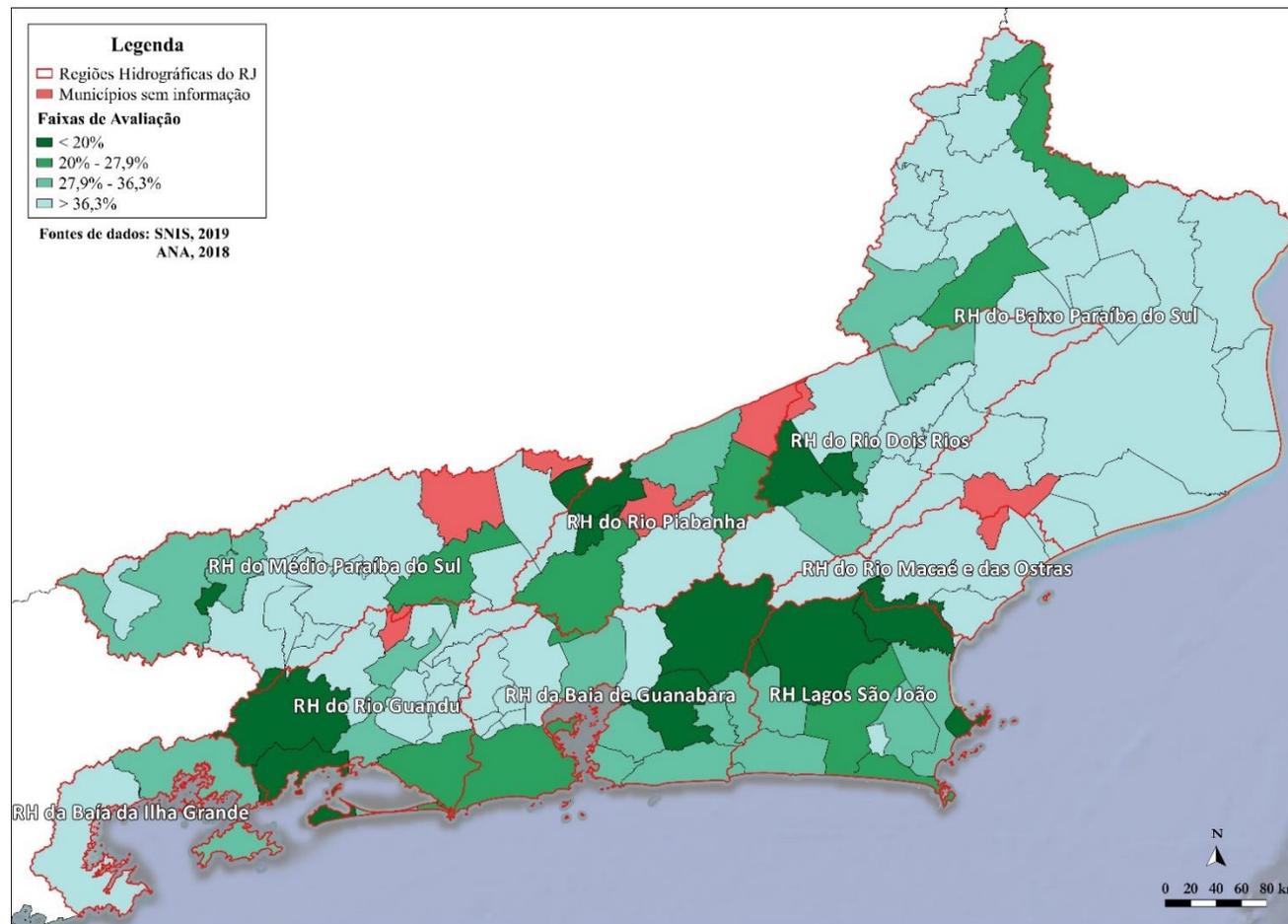
		Quantidade Total de Municípios	Pequeno Porte 1	Pequeno Porte 2	Médio Porte	Grande Porte	Metrópole
Faixa 1	até 20%	12	4	5	2	1	0
Faixa 2	de 20% a 27,9%	9	3	3	0	2	1
Faixa 3	de 27,9% a 36,3%	19	3	4	4	7	1
Faixa 4	acima de 36,3%	46	13	13	5	14	1

Dos 12 municípios com até 20% de perdas na distribuição, 9 possuem até 50 mil habitantes, e nenhuma das metrópoles está incluída.

Diferente dos índices de abastecimento, a maior parte dos índices de perdas na distribuição dos municípios encontram-se na faixa de pior caso (acima de 36,3%). Isso indica que apesar da existência de rede em grande parte dos municípios, o funcionamento desses sistemas possui pontos críticos em relação a sua infraestrutura (possíveis vazamentos, ligações clandestinas, extravasamentos, entre outros). Dos 46 municípios com índices maiores que 36,3%, 15 possuem índices superiores a 50%, ou seja, a maior parte da água disponibilizada para consumo nesses municípios está sendo perdida em forma de perdas reais e aparentes.

O mapa da Figura 17 mostra os resultados dos municípios para o indicador IN049.

Figura 17 - Avaliação do Indicador IN049 - Índice de Perdas na Distribuição. Fonte: Elaboração própria, 2019.



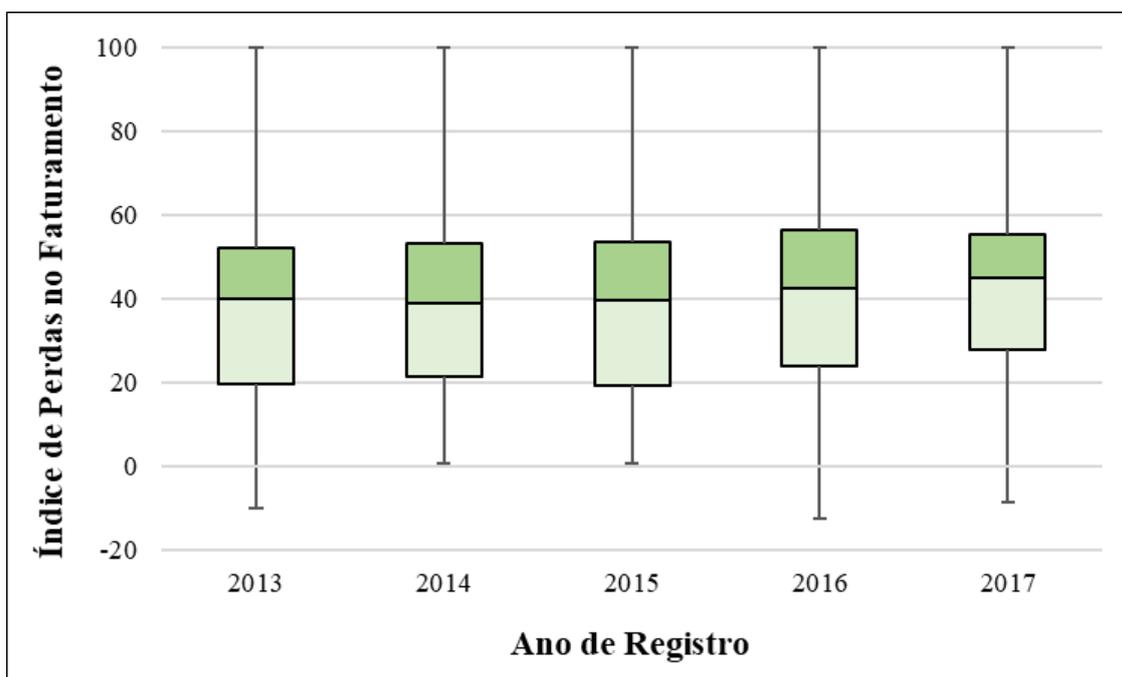
O mapa mostra claramente a maior quantidade de municípios com altos índices de perdas na distribuição. Em comparação com os mapas de abastecimento e micromedição, nota-se cores muito mais claras por toda a área do estado, indicando índices muito menos satisfatórios.

Outro ponto observado é o destaque da Região Hidrográfica do Rio São João em relação às demais, com menores índices de perdas na distribuição. Em contrapartida, nota-se que a região hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul possui valores de perdas muito mais elevados em relação às outras Regiões Hidrográficas.

6.5. Indicador IN013 – Índice de Perdas no Faturamento

A avaliação deste indicador pode indicar fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro de usuários do sistema de abastecimento. O gráfico da Figura 18 mostra a evolução do indicador para a amostra entre os anos de 2013 e 2017.

Figura 18 - Evolução do Índice de Perdas no Faturamento entre os anos de 2013 e 2017 no estado do Rio de Janeiro. Fonte: SNIS (2015 a 2019).



Entre os anos de 2013 e 2017, houve um aumento de 5% no valor médio do índice de perdas no faturamento do estado. Este valor indica uma piora do índice neste intervalo de tempo.

O maior valor registrado na amostra para este índice no ano de 2017 é de 100% para os municípios de Itatiaia e Três Rios. Ambos são municípios com 0% de micromedição, o que pode justificar, em partes, a perda total do faturamento para a companhia de saneamento. No entanto, percebe-se que Três Rios possui diferentes valores nos demais anos da série histórica, indicando, talvez, um erro no registro para o ano de 2017.

6.5.1. Avaliação do indicador IN013 com a aplicação das faixas definidas pela metodologia

A Tabela 12 resume a quantidade de municípios por porte municipal pertencente a cada faixa de avaliação definida na metodologia para o indicador IN013.

Tabela 12 - Quantidade de municípios por faixa de avaliação e por porte municipal do indicador IN013 - Índice de Perdas no Faturamento.

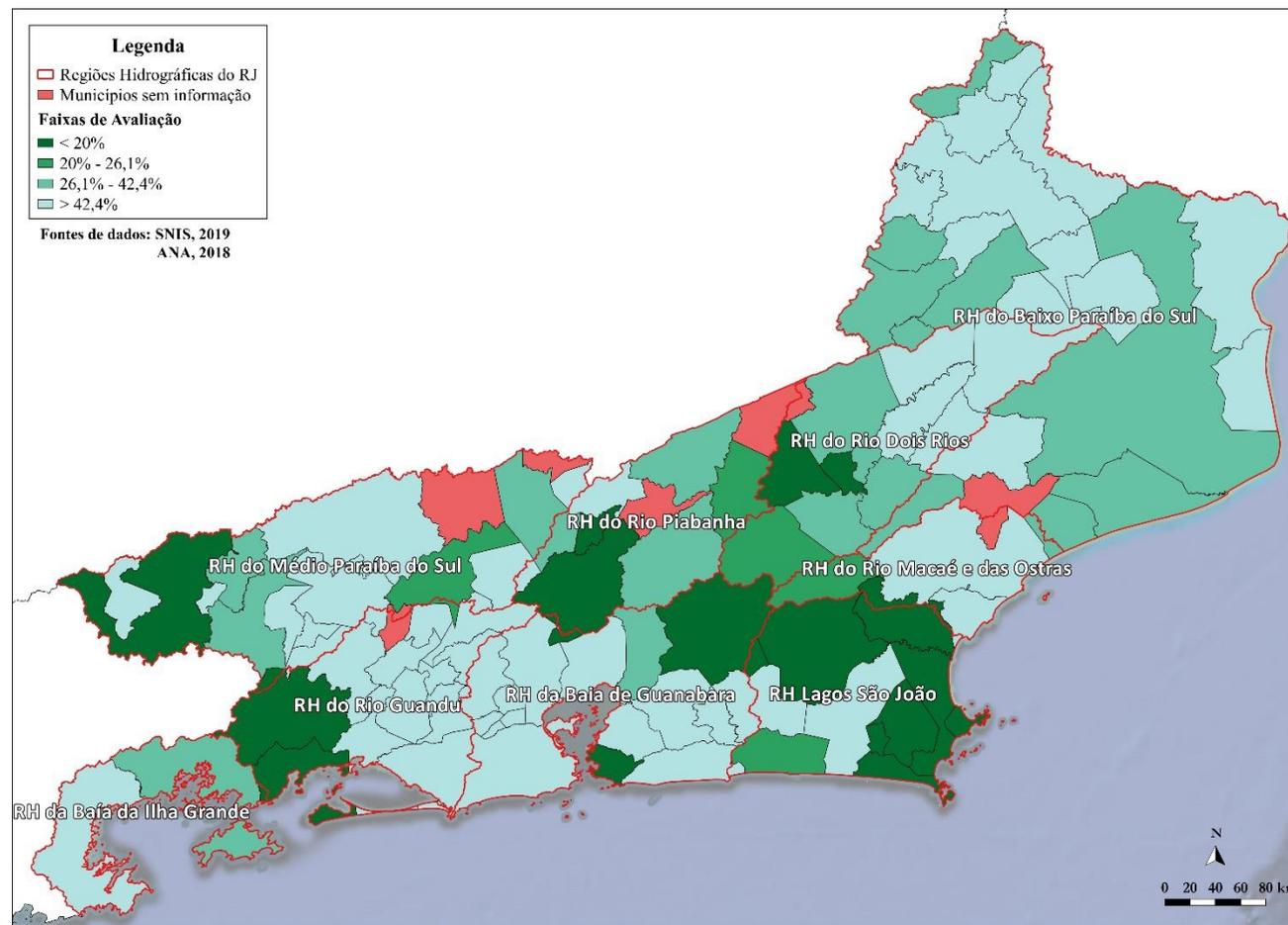
		Quantidade Total de Municípios	Pequeno Porte 1	Pequeno Porte 2	Médio Porte	Grande Porte	Metrópole
Faixa 1	até 20%	16	3	7	2	4	0
Faixa 2	de 20% a 26,1%	4	1	1	1	1	0
Faixa 3	de 26% a 42,4%	19	9	5	1	4	0
Faixa 4	acima de 42,4%	47	10	12	7	15	3

Assim como foi verificado para o índice de perdas na distribuição, a maioria dos municípios possuem seus índices de perdas no faturamento dentro da Faixa 4, que indica os valores mais elevados de perdas. Além disso, foi verificado que todas as metrópoles possuem índices de perdas no faturamento maiores que 42,4%.

Percebe-se que, apesar de ter sido verificado que a maior parte do volume de água consumido está sendo micromedido, as perdas no faturamento dos prestadores são bastante elevadas. Como foi mostrado no Quadro 1, a água não faturada pode ser decorrente de consumo autorizado não faturado ou devido a perdas reais (vazamentos e extravasamentos) e aparentes (fraudes, ligações clandestinas, parque de hidrômetros velho, etc.). Sendo assim, como a maior parte do volume consumido está sendo micromedido, as perdas no faturamento identificadas podem ser: por perdas reais, decorrentes de um volume muito elevado de água estar sendo disponibilizado, sendo uma parcela pequena consumida; por consumo autorizado e micromedido não faturado; ou por perdas aparentes, dentro da parcela menor da população que não tem o volume consumido de água micromedido.

O mapa da Figura 19 mostra a distribuição dos municípios na área que corresponde ao estado do Rio de Janeiro e os resultados para o indicador IN013.

Figura 19 - Avaliação do Indicador IN013 - Índice de Perdas no Faturamento. Fonte: Elaboração própria, 2019.



Percebe-se, novamente, que a Região Hidrográfica do Rio São João possui melhores valores em relação às outras Regiões Hidrográficas e que a Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul possui valores mais elevados de perdas.

Como pôde ser verificado, as perdas na distribuição e no faturamento são um problema nos sistemas do estado como um todo. Como foi colocado no capítulo de caracterização da área de estudo, o Rio de Janeiro é um estado muito urbanizado e populoso. Esses aspectos podem justificar a quantidade de perdas elevadas devido à maior possibilidade de fraudes, ligações clandestinas, vazamentos e extravasamentos.

6.6. Avaliação dos municípios por categoria conforme metodologia proposta

Neste tópico, serão mostrados os resultados obtidos para os municípios com a aplicação da análise multicritério. Como explicado na metodologia, após a divisão por faixas de cada indicador, os municípios foram agrupados em categorias que vão de 1 a 3. A Categoria 1 representa os municípios com os melhores resultados, a Categoria 2 representa os municípios com resultados intermediários, e a Categoria 3, os municípios com os resultados que traduzem a maior precariedade dos sistemas. Na Tabela 13, podem ser observados os resultados encontrados por porte municipal.

Tabela 13 - Quantidade de municípios agrupados por categoria e por porte de município.

	Quantidade Total de Municípios	Pequeno Porte 1	Pequeno Porte 2	Médio Porte	Grande Porte	Metrópole
Categoria 1	3	0	3	0	0	0
Categoria 2	60	14	19	10	15	2
Categoria 3	23	9	2	1	9	1

Os três municípios melhor classificados no quadro geral (Categoria 1) possuem entre 20 mil e 50 mil habitantes, como pode ser observado na Tabela 13. São eles: Armação dos Búzios, Casimiro de Abreu e Cordeiro. Segundo a classificação, os três municípios

possuem mais de 90% de sua população abastecida por rede, com controle por micromedição também maior que 90%, e menos de 20% de perdas na distribuição e no faturamento.

Outra observação do quadro são os 23 municípios classificados na Categoria 3 (sistemas menores, que não atendem uma parte considerável da população do município e/ou sistemas com muitas perdas e falta de controle por micromedição). Durante a avaliação, percebeu-se que não existiram municípios dentro desta categoria que tivessem todos os indicadores dentro da Faixa 4 (faixa com os piores valores). A Tabela 14 mostra os municípios pertencentes à Categoria 3 por terem o indicador IN023 (índice de abastecimento urbano de água) na Faixa 4 (menor que 70%) e os municípios pertencentes a esta categoria por terem os indicadores IN044 (índice de micromedição em relação ao consumo), IN049 (índice de perdas na distribuição) e IN013 (índice de perdas no faturamento) dentro da Faixa 4.

Tabela 14 – Municípios na Categoria 3.

	Municípios	Porte do Município
Sistemas de menor cobertura urbana – IN023 na Faixa 4	Maricá	Grande porte
	Carapebus	Pequeno porte 1
	Engenheiro Paulo de Frontin	Pequeno porte 1
	Santa Maria Madalena	Pequeno porte 1
	São José de Ubá	Pequeno porte 1
	São Sebastião do Alto	Pequeno porte 1
	Sumidouro	Pequeno porte 1
	Trajano de Moraes	Pequeno porte 1
	Varre-Sai	Pequeno porte 1
	Bom Jardim	Pequeno porte 2
Tanguá	Pequeno porte 2	
Sistemas de maior cobertura urbana, porém com problemas estruturais (perdas e falta de micromedição) – IN044, IN049 e IN013 na Faixa 4	Belford Roxo	Grande porte
	Japeri	Grande porte
	Queimados	Grande porte
	Macaé	Grande porte
	Mesquita	Grande porte
	Nova Iguaçu	Grande porte
	São João de Meriti	Grande porte
	Nilópolis	Grande porte
	Seropédica	Médio porte
	Duque de Caxias	Metrópole
	Italva	Pequeno porte 1
	Itatiaia	Pequeno porte 2

Além da metrópole classificada na Categoria 3 (Duque de Caxias), 10 dos 23 municípios classificados nesta categoria são de grande porte (entre 100 mil e 900 mil habitantes). Além disso, 9 dos 23 municípios possuem população de até 20 mil habitantes. Este resultado demonstra maior precariedade nos portes municipais dos dois extremos (com as maiores e com as menores populações).

Percebe-se que a maior parte dos municípios com sistemas de menor cobertura urbana (menos de 70% de índice de abastecimento urbano de água) possuem menos de 20 mil habitantes (Pequeno Porte 1), como foi colocado no tópico de resultados do indicador IN023 (seção 6.2.1). Já os municípios com maiores perdas e falta de micromedicação são, em sua maioria, municípios de grande porte (100 mil a 900 mil habitantes).

Pertel *et al.* (2016), utilizando outros indicadores (Tabela 15) para a avaliação da qualidade dos serviços de abastecimento de água, e como área de estudo o Brasil, também concluiu que os estratos populacionais interferem na qualidade dos sistemas.

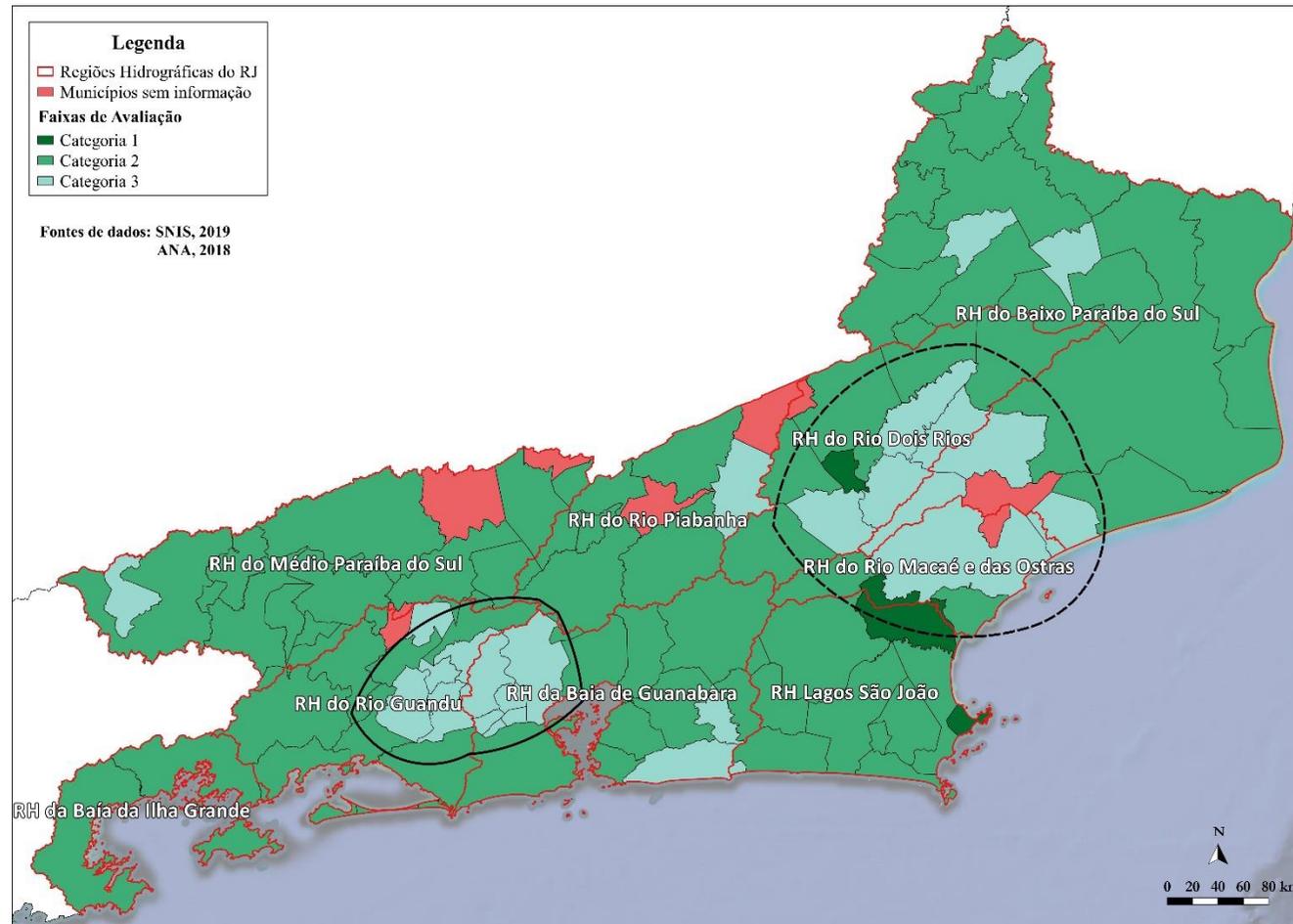
Tabela 15 – Indicadores utilizados na metodologia proposta por Pertel *et al.* Fonte: Pertel *et al.*, 2016.

Indicador	Unidade
IN010: índice de micromedicação relativo ao volume disponibilizado	(%)
IN013: Índice de perdas de faturamento	(%)
IN049: Índice de perdas na distribuição	(%)
IN051: Índice de perdas por ligação	(L.lig-1.dia-1)

Como pode ser observado na Tabela 15, no estudo realizado por Pertel *et al.* (2016), não foi considerado o índice de abastecimento urbano, sendo os resultados voltados para o desempenho operacional da rede existente e não da existência ou não dessa rede. Segundo o que foi apresentado pelos autores, a qualidade mais elevada dos serviços de abastecimento de água está diretamente relacionada aos menores estratos populacionais. Complementando os resultados obtidos por Pertel *et al.* (2016) com os resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que as perdas e a falta de micromedicação nos sistemas estão ligadas a populações de maior porte, e a falta de redes de distribuição está ligada aos menores estratos populacionais.

O mapa da Figura 20 mostra o resultado geral da avaliação dos indicadores dos municípios do estado do Rio de Janeiro com base na metodologia proposta neste trabalho. É perceptível duas manchas mais claras: na região metropolitana do Rio de Janeiro (dentro das Regiões Hidrográficas da Baía de Guanabara e do Rio Guandu) e na divisa entre as Regiões Hidrográficas de Dois Rios, Macaé e das Ostras e do Baixo Paraíba do Sul.

Figura 20 - Regiões do estado do Rio de Janeiro com atendimento mais precário segundo metodologia proposta. Fonte: Elaboração própria, 2019.



A Região marcada com linha tracejada possui baixos índices de abastecimento urbano de água, municípios de maior área e menor população (salvo Macaé), demonstrando uma área de cidades mais afastadas e espaços com características mais rurais. Já a área marcada com linha cheia é caracterizada por cidades mais populosas e urbanizadas.

Observa-se, no mapa da Figura 20, que a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (RHBG) está entre as regiões hidrográficas mais precárias. A área que limita esta região, que praticamente coincide com a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, é a área mais populosa do estado. Além do elevado número de habitantes, a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara também possui muitas indústrias, que contribuem para a degradação dos corpos hídricos que abastecem a região. Devido à importância notável da bacia e com base nos resultados apresentados, a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara foi escolhida para análise do plano e correlação com os resultados obtidos com os indicadores.

6.7. Análise do Plano de Bacia da Região Hidrográfica escolhida

Neste tópico, será avaliado o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (PDRH-BG). Esta avaliação será realizada com base na Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro, que especifica o conteúdo mínimo dos planos de bacias do estado, e nos resultados encontrados nos tópicos anteriores. O próprio plano cita a Lei nº 3.239 de 1999 como base para a elaboração do documento. É necessário ressaltar que o PDRH-BG teve seu relatório final entregue no ano de 2005, e tem horizonte de planejamento até 2020. Sendo assim, muitos dados aqui apresentados mostram-se antigos. No entanto, é ainda o mais atual documento de planejamento da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (RHBG).

Outro ponto relevante é a análise do plano que será toda voltada ao abastecimento de água. O conteúdo mínimo completo do documento foi apenas conferido para a verificação do cumprimento da base legal na qual o plano deve-se apoiar. Entretanto, o aprofundamento e a abordagem de análise do plano serão feitos apenas do que o PDRH-BG apresenta sobre o abastecimento de água da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara.

O plano tem como ponto positivo ser bastante direcionado para a proposta de soluções. Ele identifica bem a região, sem ser genérico, aponta os problemas considerando a individualidade das diferentes áreas da Região Hidrográfica e determina o que deve ser feito para cada uma delas.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (PDRH - BG) é dividido em 4 fases, apresentadas a seguir:

- I. Fase Inicial – Mobilização e Coleta de Dados
 - a. PR1-Plano de Trabalho Definitivo
 - b. PR2-Relatório da Bibliografia Disponível
- II. Fase A – Inventário e Diagnóstico
 - a. PR3-Relatório de Caracterização Ambiental e Socioeconômica
 - b. PR4-Relatório de Consolidação do Diagnóstico
- III. Fase B – Identificação e Compatibilização dos Usos Potenciais
 - a. PR5-Relatório de Prognóstico
- IV. Fase C – Propostas de Programas, Projetos, Metas e Atividades a serem implementadas
 - a. PR6-Relatório de Programas, Projetos e Metas

Os PRs são os produtos gerados em cada fase. Esses produtos deram origem a um relatório síntese, finalizado em 2005, com os seguintes horizontes de planejamento: 2005, 2010, 2015 e 2020.

Para este trabalho, alguns elementos dos produtos PR3, PR4, PR5 e PR6 foram utilizados com o intuito de entender a dinâmica dos sistemas de abastecimento da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e avaliar as propostas do plano para os problemas encontrados nestes sistemas.

Na Tabela 16, é apresentado um resumo dos itens previstos pela lei que foram encontrados no PDRH-BG.

Tabela 16 - Resumo do Conteúdo do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara.

Item da Política	Conteúdo do Plano	Observações
As caracterizações socioeconômica e ambiental da bacia e da zona estuarina	VERIFICADO	
A análise de alternativas do crescimento demográfico, de evolução das atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo	VERIFICADO	
Os diagnósticos dos recursos hídricos e dos ecossistemas aquáticos e aquíferos	VERIFICADO	
O cadastro de usuários, inclusive de poços tubulares	VERIFICADO	Segundo o documento, a responsabilidade do cadastro de usuários era da antiga Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA)
O diagnóstico institucional dos Municípios e de suas capacidades econômico-financeiras	VERIFICADO	
A avaliação econômico-financeira dos setores de saneamento básico e de resíduos sólidos urbanos	-	O Plano faz uma avaliação econômico-financeira da bacia como um todo.
As projeções de demanda e de disponibilidade de água, em distintos cenários de planejamento	VERIFICADO	
O balanço hídrico global e de cada sub-bacia	VERIFICADO	
Os objetivos de qualidade a serem alcançados em horizontes de planejamento não-inferiores aos estabelecidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI-RJ)	VERIFICADO	
A análise das alternativas de tratamento de efluentes para atendimento de objetivos de qualidade da água	VERIFICADO	

Os programas das intervenções, estruturais ou não, com estimativas de custo	VERIFICADO
---	------------

Os esquemas de financiamentos dos programas referidos no inciso anterior	VERIFICADO
--	------------

Os conteúdos previstos pela lei foram encontrados no decorrer dos 6 (seis) produtos do plano que geraram seu texto final em 2005. Como pode ser observado na Tabela 16, o plano cumpre o conteúdo mínimo previsto pela Política Estadual de Recursos Hídricos, mostrando conformidade com a legislação correspondente. No entanto, deve-se destacar que a maioria das instituições citadas no plano não existem mais, como por exemplo, a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA), que era a responsável pelo cadastro de usuários. Desde outubro de 2007, a SERLA fundiu-se a dois outros órgãos (Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente – Feema e Instituto Estadual de Florestas – IEF) dando origem ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

De acordo com o plano, no ano de 2004, cerca de 94% de toda a demanda consuntiva da RHBG era representada pelas demandas das populações urbanas. Além disso, ainda segundo o PDRH-BG (SERLA, 2004b), o Sistema de Gestão de Recursos Hídricos da região é marcado por sua complexidade. Existem, na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, tanto sistemas de abastecimento de água internos quanto externos, sendo os sistemas de maior influência o Sistema Imunana-Laranjal (interno), que abastece a porção Leste da bacia, e o Guandu-Ribeirão das Lajes (externo), que abastece a Porção Oeste. O plano descreve e dá diretrizes para os demais sistemas influentes da Região Hidrográfica, entretanto seu foco maior é nestes dois sistemas.

Quanto à infraestrutura do abastecimento de água interno da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara são apresentadas duas macrorregiões: Porção Oeste e Porção Leste (SERLA, 2004b). O documento detalha de forma sucinta as linhas principais dos sistemas internos de maior influência da bacia. A Tabela 17 apresenta os municípios que constituem cada macrorregião.

Tabela 17 - Municípios por macrorregião da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Fonte: Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, 2004b.

Macrorregiões	Municípios constituintes
Porção Oeste	Rio de Janeiro, Nilópolis, Mesquita, Nova Iguaçu, São João de Meriti, Belford Roxo, Duque de Caxias e Petrópolis
Porção Leste	Magé, Guapimirim, Cachoeiras de Macacu, Itaboraí, Tanguá, Rio Bonito, Maricá, São Gonçalo e Niterói

De acordo com o PDRH-BG (SERLA, 2004b), o principal sistema da Porção Oeste é o Sistema Acari. No entanto, a Baixada Fluminense (para o caso da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara: Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, Nilópolis, Nova Iguaçu e São João de Meriti) é abastecida principalmente com água do Sistema Guandu (sistema externo, pertencente à bacia do Paraíba do Sul). Os únicos municípios da Baixada Fluminense que também recebem abastecimento do Sistema Acari são Duque de Caxias, Nova Iguaçu e Belford Roxo (SERLA, 2004b).

O Sistema Acari tem diversas fontes de suprimento, das quais três se encontram dentro da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara: Tinguá, Xerém e Mantiqueira. Entre os barramentos do sistema de captação de Mantiqueira, está o barramento Ribeira. Segundo o PDRH-BG (SERLA, 2004b), as águas represadas neste barramento não estavam sendo utilizadas devido à poluição causada por um lixão localizado próximo a cidade de Petrópolis. Durante todo o plano, são evidenciadas as diversas fontes de contaminação, poluição e degradação da Região Hidrográfica devido ao descarte incorreto de resíduos e de efluentes sanitários e industriais.

O Sistema Acari ainda possui problemas em relação às tempestades de verão. Segundo o PDRH-BG (SERLA, 2004b), neste período, a turbidez da água aduzida aumenta de forma a prejudicar o abastecimento.

Outro ponto preocupante do Sistema Acari é o elevado grau de risco operacional devido às tubulações terem sido implantadas há mais de um século (SERLA, 2004b). A falta de manutenção e a utilização de tubulações antigas aumentam muito a possibilidade de ocorrência de perdas por vazamentos e por outros problemas estruturais nas adutoras e

redes de distribuição. Além disso, como é colocado pelo plano, este fator reduz a capacidade de transporte, diminuindo o volume de água que chega ao consumidor.

A Porção Leste tem como principal fonte de abastecimento o Sistema Imunana-Laranjal (SERLA, 2004b). Segundo o plano, a maior demanda desta porção vem dos municípios de Niterói e São Gonçalo, que de fato são os municípios com maior população da Porção Leste da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. No ano de 2004, segundo o PDRH-BG (SERLA, 2004b), o Sistema de Imunana possuía uma vazão nominal de recalque de 7,0 m³/s. No entanto, alguns problemas nas adutoras de água bruta impediam que esta vazão chegasse integralmente nas unidades de tratamento, e, por conseguinte, diminuía o volume de água que chegava ao consumidor. De acordo com o plano, em períodos mais longos de estiagem, o Sistema Imunana-Laranjal apresenta problemas para abastecer toda a população atendida pelo sistema.

O plano ainda cita o baixo número de reservatórios, fator prejudicial para a gestão dos sistemas internos como um todo. Segundo o PDRH-BG (SERLA, 2004b), a falta de reservatórios impede que o sistema pare durante um período de manutenção. Quando há interrupção, o abastecimento é comprometido imediatamente.

Os sistemas externos principais que abastecem a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara são os sistemas Guandu e Ribeirão das Lages. Ambos são sistemas da bacia do Rio Paraíba do Sul. De acordo com o plano, a produção associada dos dois sistemas atende aos municípios do Rio de Janeiro, Seropédica, Queimados, Japeri, Itaguaí, Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Nilópolis, Mesquita, São João de Meriti e Belford Roxo. Toda a parcela da cidade do Rio de Janeiro que está dentro da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara tem seu abastecimento realizado pelos sistemas Guandu e Ribeirão das Lages (SERLA, 2004b).

O maior problema em relação ao abastecimento externo, apontado pelo PDRH-BG (SERLA, 2004b), é justamente a grande dependência da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara do Sistema Guandu. Este fator dificulta as estratégias de gestão da bacia.

Além dos sistemas apresentados, tanto o município do Rio de Janeiro quanto a cidade de Duque de Caxias, ainda possuem pequenos mananciais que complementam seu abastecimento, mas para áreas muito restritas e pequenos aglomerados urbanos. Em um de seus capítulos, o PDRH-BG (SERLA, 2004b) identifica os pequenos mananciais encontrados na área da Região Hidrográfica e destaca a importância da existência deles

para o abastecimento de locais em que as redes de maior porte não chegam. Neste capítulo, também é averiguada a existência de captações diretas pela população. Neste ponto, o documento deixa evidente a preocupação em trazer para a discussão a inclusão de configurações do abastecimento que incluam as diferentes formas de ocupação da população no espaço.

6.7.1. Problemas gerais identificados na RHBG e as alternativas apresentadas pelo plano

A maior parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro está inserida na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Devido à grande população nesta área, e falta de habitação para a população mais socioeconomicamente vulnerável, ocorreu a ocupação de áreas inapropriadas à urbanização, o que dificultou não só a chegada de rede, como também o controle do volume de água consumido. Em seu produto PR-3 (Caracterização Ambiental e Socioeconômica), o plano apresenta dados sobre os aglomerados subnormais presentes nos municípios do estado. No documento, pode ser visto que, em 2003, 20% da população do município do Rio de Janeiro encontrava-se em ocupações como estas (SERLA, 2004a).

Outra característica da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara é a elevada presença de indústrias. A região comporta o segundo maior parque industrial do país, junto a zonas portuárias, refinarias e terminais marítimos de petróleo. A presença destas estruturas causa diversos impactos negativos à oferta de água e conseqüentemente ao abastecimento da região. Entre os principais impactos encontrados estão: a contaminação química das águas, o assoreamento, o aumento da concentração de matéria orgânica e a diminuição do espelho d'água (SERLA, 2004a).

Entre as atividades degradadoras citadas pelo PDRH-BG (SERLA, 2004b), as de maior influência na oferta de água são as fontes de poluição tais como: os efluentes industriais, o lançamento de esgoto doméstico, os efluentes agropecuários e os vazadouros.

Além destes pontos voltados à qualidade da água, que diminuem a possibilidade de ampliação da captação em novos mananciais, o plano também demonstra atenção ao desempenho operacional dos sistemas de abastecimento já existentes. Em seu produto PR-5A (Identificação e Compatibilização dos Usos Potenciais – Prognóstico), o plano estima que a Região Hidrográfica terá perdas de distribuição nos sistemas de 40%. O

PDRH-BG (SERLA, 2004c) atribui este volume de perdas à ausência já citada de reservatórios de distribuição.

Para resolver os pontos críticos da Região Hidrográfica, o plano dá sugestões de melhorias e apresenta alguns programas. Em seu produto PR-5A, o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Baía de Guanabara (PDRH-BG) sugere a adoção de medidas não estruturais, mais voltadas à gestão e ao controle de perdas, e medidas estruturais que atenderiam aos déficits previstos para a Região Hidrográfica até 2020.

Entre as ações não estruturais está a gestão de demandas do Sistema Guandu-Ribeirão das Lajes. O PDRH-BG (SERLA, 2004c) prevê que, com a gestão das demandas do Sistema Guandu-Ribeirão das Lajes, a redução das perdas do sistema será em 25%. Como colocado anteriormente, o Sistema Guandu-Ribeirão das Lajes é responsável por boa parte do abastecimento de água da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Deste modo, o controle das perdas deste sistema beneficiará não apenas o próprio sistema, como também outros dependentes dele. Como ações para que esta redução ocorra, o plano cita o gerenciamento de pressão, o controle ativo dos vazamentos, o gerenciamento da infraestrutura e a velocidade e qualidade dos reparos. A base para estas ações foi a Cruz de Lambert, apresentado anteriormente na Figura 5.

Outra previsão do plano com a gestão do Sistema Guandu-Ribeirão das Lajes é a redução do *per capita* em 10%. Para chegar a esta marca, o PDRH-BG (SERLA, 2004c) pretendia implementar programas e projetos que induzissem a população a diminuir o consumo de água, tais como programas de conscientização e diminuição do desperdício e projetos de instalação de hidrômetros.

A maior parte das ações não estruturais consideram a gestão dos sistemas para a diminuição de perdas. O PDRH-BG (SERLA, 2004c) destaca que o maior beneficiário com estas ações em termos percentuais é o Sistema Imunana. Segundo o plano, este dado tem grande importância, uma vez que o Sistema Imunana é totalmente independente dos sistemas da bacia do Rio Paraíba do Sul, o que traz para a RHBG uma pequena folga na crônica dependência do Sistema Guandu.

Entre as ações estruturais estão a construção de barragens de regularização, a implementação de pequenos barramentos de captação e obras de ampliação nas captações existentes. Todas essas obras são apontadas como de pequeno porte, o que não traria grandes impactos à região (SERLA, 2004c).

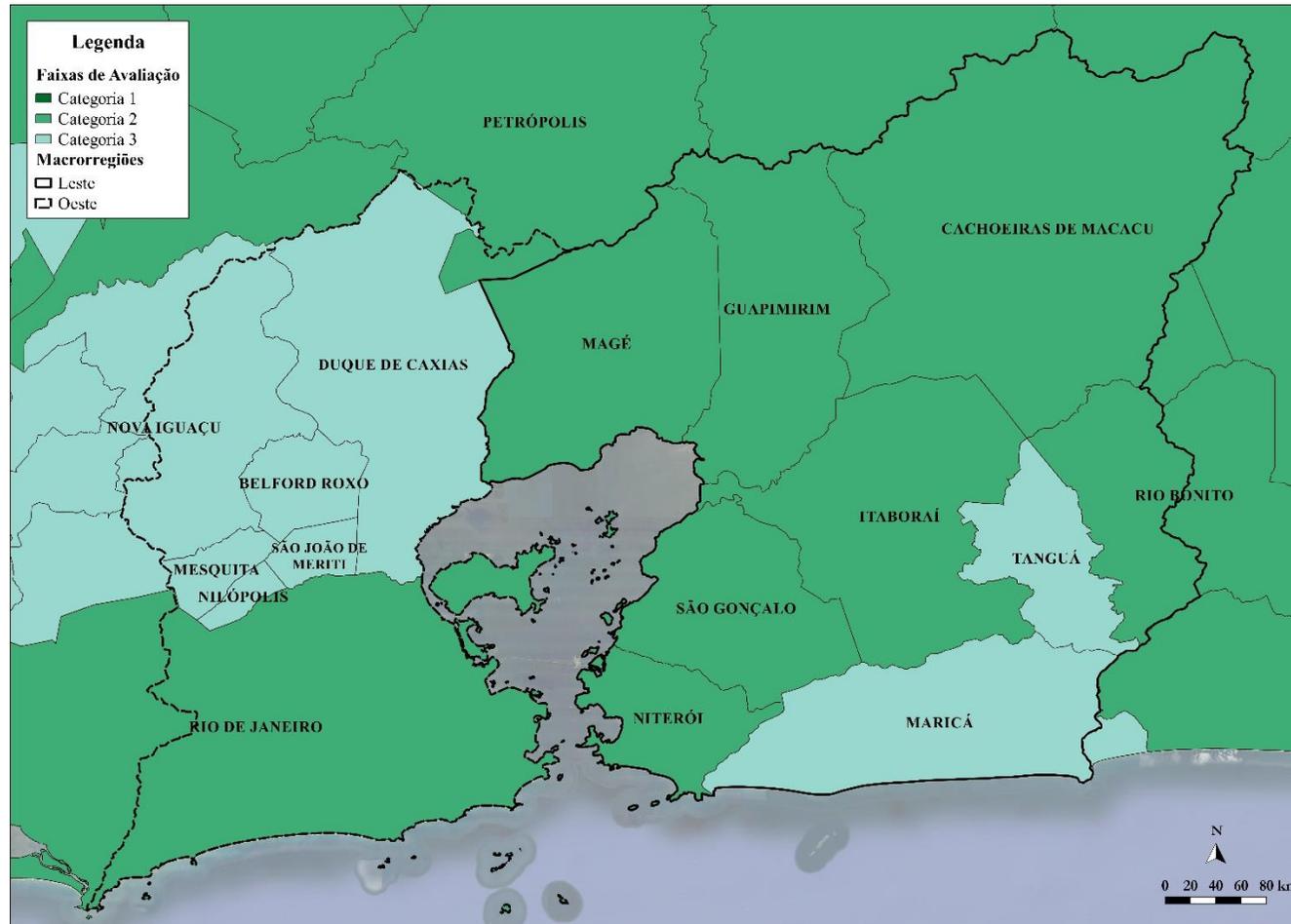
Como um dos projetos apresentados no produto PR-6A (Propostas de Programas, projetos e Metas), de 2005, está o Projeto de Recuperação de Água nos Sistemas de Abastecimento, que é dividido em subprojetos complementares entre si. O projeto tem como maior preocupação a redução de perdas. Ele destaca a importância da medição do volume de água desde a saída da Estação de Tratamento de Água (ETA) até a chegada no consumidor na identificação mais precisa e eficiente destas perdas. O projeto ainda aponta como subprojeto a construção de reservatórios e a substituição das redes de adução e distribuição da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Segundo o plano, grande parte destas redes possuem mais de um século de operação, comprometendo muito a operação dos sistemas como um todo.

No que diz respeito ao abastecimento de água da Região Hidrográfica analisada, o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Baía de Guanabara parece dar soluções para todas as problemáticas levantadas durante seu texto. O plano ainda detalha os ganhos de volumes de água aduzida e distribuída e os custos atribuídos. No entanto, não há um espaço virtual que detalhe o andamento das obras e das ações incluídas nos projetos e programas.

6.8. Correlação e análise geral dos resultados

Para uma correlação mais detalhada dos resultados obtidos com a avaliação dos indicadores e com a análise do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, é apresentado o mapa da Figura 21.

Figura 21 – Resultado da análise multicritério para a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Fonte: Elaboração própria, 2019.



Como pode ser observado no mapa, a maior parte dos municípios com os sistemas mais precários está na Porção Oeste da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Nesta porção, como foi visto no tópico 6.7, os sistemas principais de abastecimento são o Sistema Acari (interno) e o Sistema Guandu-Ribeirão das Lajes (externo). O Sistema Acari, que atende os municípios de Duque de Caxias, Belford Roxo e Nova Iguaçu, possui, como ponto mais crítico, redes de distribuição muito antigas que podem justificar o alto índice de perdas encontrado nestes municípios. Além disso, o plano atribui o alto índice de perdas da região interna da bacia também à falta de reservatórios de distribuição que impossibilitam que os sistemas de abastecimento possam receber manutenção ou reparos.

Todos os municípios classificados na Categoria 3 que estão na Porção Oeste possuem altos índices de perdas na distribuição e no faturamento e baixos índices de micromedição. Além dos pontos críticos citados para o sistema Acari, esta Porção também é marcada pela população muito elevada. Este fator pode dificultar a micromedição e o controle do volume de água consumida de novos usuários, ou ainda aumentar a possibilidade de fraudes, contribuindo para o resultado encontrado para o indicador IN044 (índice de micromedição relativo ao consumo).

Já a Porção Leste, como foi visto no plano, tem maior influência do Sistema Imunana-Laranjal. Para esse sistema, o problema principal apontado pelo PDRH-BG é a dificuldade de abastecimento em períodos mais longos de estiagem. Além disso, o plano chama a atenção para alguns problemas nas adutoras de água bruta que impedem que o sistema consiga comportar um volume de água maior. Estes fatores podem ser uma das justificativas para os resultados encontrados pelos indicadores para os municípios de Maricá e Tanguá, ambos abastecidos por este sistema e com índices de abastecimento urbano de água inferiores à 70%.

O plano ainda aponta como problema geral da Região Hidrográfica o alto índice de aporte de efluentes sanitários e industriais nos corpos hídricos da região, o que diminui muito a oferta de água e aumenta a dependência de bacias externas. Este fator prejudica a gestão dos sistemas de abastecimento e, por conseguinte, dificulta a aplicação de soluções para os problemas encontrados. A Tabela 18 mostra um resumo das correlações apresentadas.

Tabela 18 – Resumo da correlação entre a avaliação dos indicadores e a análise do plano de bacia.

Macrorregião	Pontos Críticos encontrados	
	Nos indicadores	Na análise do plano
Porção Oeste	perdas elevadas e micromedicação baixa	redes de distribuição antigas, falta de reservatórios de distribuição e população elevada
Porção Leste	índice de abastecimento urbano inferior a 70%	dificuldade de abastecimento em períodos mais longos de estiagem e problemas nas adutoras

Com base no que foi exposto, mostra-se necessário que os prestadores de serviços utilizem os Planos de Bacias como base para a gestão dos sistemas de abastecimento de água, visto que, como foi mostrado no trabalho, os planos podem ajudar na identificação mais detalhada das falhas dos sistemas, servindo de instrumentos de planejamento e gestão.

Além disso, ao Comitê de Bacias da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, é sugerido transparência para o público em relação ao acompanhamento dos projetos e programas apresentados no Plano de Bacia. Apesar da qualidade do plano em termos de conteúdo, é necessário que a população possa acompanhar em detalhes o que já foi realizado e quais os problemas encontrados na implementação de algumas ações. Sugere-se um espaço virtual voltado apenas para este acompanhamento.

Durante a execução deste trabalho, foi enviado um e-mail ao comitê em que era perguntado sobre um local que pudessem ser acompanhados os projetos e metas previstos pelo plano que já foram realizados. Abaixo, segue a resposta do comitê:

O Plano de Recursos hídricos está sendo atualizado e complementado, com previsão de finalização em novembro de 2020. Desse modo, os programas e metas previstos no plano estão sendo revisados, atualizados e aprimorados.

Como foi citado no presente trabalho, o horizonte de planejamento do plano se estende até 2020. Sendo assim, sua revisão de fato deve ser prevista para este ano. No entanto,

ainda seria interessante um local em que fosse apresentado o que já foi realizado e o que não foi possível ser feito devido a qualquer imprevisto que possa ter ocorrido durante os anos entre a finalização do plano (2005) e o ano de horizonte de planejamento (2020).

7. Conclusões

O trabalho mostrou que, embora exista rede em quase todo o estado, o serviço de abastecimento de água do Rio de Janeiro ainda possui inúmeros problemas de infraestrutura, identificados tanto na avaliação dos indicadores (altos índices de perdas), quanto na análise do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Baía de Guanabara (tubulações antigas e ausência de reservatórios). No entanto, apesar dos serviços se apresentarem precários, o plano se mostrou um bom instrumento de planejamento.

Ressalta-se que, com a utilização da metodologia proposta para a avaliação dos indicadores operacionais, apenas 3 dos 86 municípios avaliados atenderam à categoria de melhor qualidade (Categoria 1). Os resultados apresentados, que traduzem uma visão geral do desempenho dos sistemas de abastecimento de água do estado, demonstram que grande parte destes sistemas ainda necessita de investimentos na manutenção e de reparos. Neste âmbito, o trabalho pôde contribuir para a identificação dos municípios prioritários para estes investimentos.

Já na análise do PDRH-BG, foi possível não só entender a configuração do abastecimento da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, mas também identificar suas características gerais (população numerosa, grande presença de indústrias e muitas fontes de poluição). Como colocado ao início deste trabalho, no capítulo 3 (Revisão da Literatura), a consideração das características da região é fundamental na gestão dos serviços de abastecimento de água. Com a análise do plano, esta afirmação pôde ser provada, uma vez que foi possível associar o alto índice de perdas identificado pela avaliação dos indicadores às particularidades daquela área.

Deve-se atentar aos pontos críticos encontrados na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (RHBG) que contribuem para a precariedade dos sistemas que a abastecem. A região detém a maior parte da população do estado do Rio de Janeiro e está entre as regiões com os sistemas de menor qualidade. É necessário que os municípios que compõem a RHBG deem a devida atenção às problemáticas levantadas pelo PDRH-BG.

De modo geral, recomenda-se que as causas das perdas no faturamento e na distribuição de água dos sistemas de abastecimento do estado do Rio de Janeiro sejam identificadas, e que as reparações sejam iniciadas pelos municípios apontados pela metodologia com as perdas mais elevadas. Além disso, é recomendado que, nos 23 municípios classificados

com os sistemas mais precários (Categoria 3), sejam adotadas ações mais urgentes que visem resolver, de forma individual, os problemas apresentados em seus sistemas de abastecimento de água (falta de rede de abastecimento, perdas elevadas na distribuição e no faturamento e baixo índice de micromedição em relação ao consumo).

Considerando os pontos aqui levantados, mostra-se importante que a gestão dos sistemas de abastecimento de água seja realizada de forma integrada com o meio ao qual está inserido e que, para tal, os planos de bacia sejam incluídos nas tomadas de decisão. Este trabalho trouxe resultados que demonstram esta importância e deu subsídios para iniciar ações de intervenção nos serviços de abastecimento de água do estado do Rio de Janeiro.

8. Recomendações

Com base nos resultados, nas análises e nas conclusões deste trabalho, seguem algumas recomendações para estudos futuros:

- A análise dos planos das demais Regiões Hidrográficas do Rio de Janeiro, correlacionando com a avaliação dos indicadores operacionais. Assim, será possível identificar de forma mais detalhada os problemas dos sistemas de abastecimento de água nas outras Regiões Hidrográficas do estado.
- Incluir os prestadores de serviços à metodologia proposta, identificando a(s) companhia(s) que abastece(m) cada um dos municípios. Esta avaliação permitirá entender de forma mais completa a estrutura dos serviços de abastecimento de água no Rio de Janeiro e identificar as causas dos problemas encontrados em seus sistemas.
- Estender a metodologia para outros estados (adaptando as 4 faixas de valores à realidade do estado). Desta forma, será possível ter maior entendimento da situação atual dos serviços de abastecimento de água no Brasil e atuar nas causas principais dos pontos críticos que forem identificados.

Referências Bibliográficas

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2014. **Planos de Recursos Hídricos e o Enquadramento de Corpos d'Água**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?time_continue=242&v=f2Yj9NYID9w>. Acesso em: 20 ago. 2019.

_____, 2011. **Caderno de Capacitação em Recursos Hídricos**. Brasília - DF

_____, 2019, **ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os indicadores**. Brasília - DF.

ARRETCHE, M.T.S., 1999, “Política Nacional de Saneamento: A Reestruturação das Companhias Estaduais”. In: **Infra-estrutura – perspectivas de reorganização**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). v. 07. pp. 77-106.

BARRA DO PIRAÍ. **Plano Municipal de Saneamento Básico, Barra do Piraí - RJ**. Barra do Piraí, 2014. Disponível em: <<https://www.barradopirai.rj.gov.br/planosaneamento.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

BEZERRA, S. T. M.; CHEUNG, P. B. **Perdas de Água: Tecnologias de Controle**. João Pessoa: Ed. UFPB, 2013.

BEZERRA, S. T. M.; PERTEL, M.; MACÊDO, J. E. S. de. “Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro”. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 249-258, jul./set. 2019.

BRASIL. **Resolução CNRH n° 05**, de 10 de abril de 2000. Disponível em: <<sema.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/09/Resolucao-CNRH-n-5-de-2000.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2019.

_____. Lei n° 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; [...] e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 19 jun. 2019.

_____. Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 03 set. 2019.

_____. **Resolução CNRH n° 30**, de 11 de dezembro de 2002. Disponível em: <cnrh.gov.br/divisao-hidrografica-nacional/73-resolucao-n-30-de-11-de-dezembro-de-2002/file>. Acesso em: 10 set. 2019.

_____. **Resolução CNRH n° 32**, de 15 de outubro de 2003. Disponível em: <<http://www.cnrh.gov.br/divisao-hidrografica-nacional/74-resolucao-n-32-de-15-de-outubro-de-2003/file>>. Acesso em: 20 out. 2019.

BRITTO, A. L., 2011, **Panorama do Saneamento Básico no Brasil – Avaliação político-institucional do setor de saneamento básico**. 1 ed. Brasília. Ministério das Cidades.

CEPERJ – CENTRO ESTADUAL DE ESTATÍSTICAS, PESQUISAS E FORMAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS DO RIO DE JANEIRO, 2014. **Estado do Rio de Janeiro – Regiões de Governo e Municípios**. Disponível em: <<http://www.macaee.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1529577206.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Redução de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/reducao_de_perdas_em_saa74.pdf>. Acesso em: 26 out. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sobre-censo.html>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD Contínua**. 2018. Disponível em: <ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/17270-pnad-continua.html?=&t=downloads>. Acesso em: 23 out. 2019.

_____. **IBGE Cidades e Estados – Rio de Janeiro**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj.html>>. Acesso em: 02 out. 2019.

ICWE – *INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER AND THE ENVIRONMENT*. **A declaração de Dublin sobre Água e Desenvolvimento Sustentável**. Dublin, 1992. Disponível em: <abcmac.org.br/files/downloads/declaracao_de_dublin_sobre_agua_e_desenvolvimento_sustentavel.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2019.

Inea – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Gestão das Águas**. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/index.htm&lang=>>. Acesso em: 05 out. 2019.

_____. **Revista INEANA**, 2015. v. 03, n° 01, Rio de Janeiro.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento Instituto Trata Brasil**. 2019. São Paulo, 2019. Disponível em: <tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/ranking-do-saneamento-2019>. Acesso em: 08 ago. 2019.

IWA – *INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION*, 2000. *Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures*.

JULIANO *et al.*, 2012, “Racionalidade e saberes para a universalização do saneamento em áreas de vulnerabilidade social”. In: **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 11, pp. 3037-3046.

MACHADO *et al.*, 2016, “Acesso ao abastecimento de água em comunidades rurais: o desafio de garantir os direitos humanos à água”. **XII Congresso Nacional de excelência em gestão & III Inovarse – Responsabilidade social aplicada**, Rio de Janeiro, 29 e 30 set. 2016.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, **A ONU e a Água**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em: 11 ago. 2019.

PERTEL, M., 2014, **Experimentos Hidráulicos conjugados ao uso de indicadores de desempenho aplicados à quantificação de perdas em sistemas de abastecimento de água no Brasil**. Tese de D.Sc., UFRJ, Rio de Janeiro.

PERTEL, M.; AZEVEDO, J. P. S.; VOLSCHAN JR., I., 2016, “Uso de indicadores de perdas para seleção de um benchmarking entre as companhias estaduais de serviço de distribuição de água no Brasil”. In: **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 1, pp. 159-168.

DUQUE DE CAXIAS. **PMSB DC – Plano Municipal de Saneamento Básico de Duque de Caxias**. 2017.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas do Desenvolvimento Humano**. 2014. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/>>. Acesso em: 06 jul. 2019.

PORTO, M. F. A. e Porto, Rubem La Laina, 2008, “Gestão de bacias hidrográficas”. In: **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, pp. 43-60.

RIO DE JANEIRO, 1999. Lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999. **Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; regulamenta a Constituição Estadual**. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/b24a2da5a077847c032564f4005d4bf2/43fd110fc03f0e6c032567c30072625b>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

_____, 2013. Resolução CERHI nº 107, de 22 de maio de 2013. **Aprova nova definição das regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI nº 18 de 08 de novembro de 2006**. Disponível em: <<http://www.comiteguandu.org.br/legislacoes/ResolucoesCERHI/Resolucao-CERHI-107.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2019.

SERLA – Superintendência Estadual de Rios e Lagoas. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. **PR-3 – Relatório de Caracterização Ambiental e Socioeconômica**. 2004a.

_____. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. **PR-4 – Relatório de Consolidação do Diagnóstico**. 2004b.

_____. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. **PR-5 – Relatório de Prognóstico**. 2004c.

_____. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. **PR-6 – Relatório de Programas, Projetos e Metas**. 2005.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017**. Brasília, 2019. Disponível em: <snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>. Acesso em: 15 jun. 2019.

_____. **Institucional**. 2015. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/institucional-snis>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

_____. **Série Histórica**. 2015 a 2019. Disponível em: <app4.cidades.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 22 jun. 2019.

TSUTIYA, M. T., 2006, **Abastecimento de Água**. 3ª ed., São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

TUCCI, C. E. M., 2001, **Hidrologia – Ciência e Aplicação**. 2ª ed. Porto Alegre. Universidade/UFRGS.

VON SPERLING, T. L., 2010, **Estudo da Utilização de Indicadores de Desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário**. Dissertação de M.Sc, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.